



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autor:**

Guzmán Bayas Alisson Nicole

**Tutor Académico:**

MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Marzo 2023**



## DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Yo, **Guzmán Bayas Alisson Nicole**, con número de cédula 180496173-6, y declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR.”**, siendo el Ing. MsC. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate, tutor del presente trabajo investigativo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Alisson Nicole Guzmán Bayas

C.C. 180496173-6



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR.”**, de Guzmán Bayas Alisson Nicole, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero de 2023.

Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate  
C.C. 050325740-4



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes, Guzmán Bayas Alisson Nicole: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILANEZ EN LA PROVINCIA BOLIVAR.”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2023.

Para constancia firman:

**Lector 1 (presidente)**

Ing. Ángel Marcelo Tello Condor  
C.I. 050151855-9

**Lector 2**

Ing. Jaime Hernán Acurio Masabanda  
C.I.050257424-7

**Lector 3**

Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza  
C.I. 172372747-3

# EMPRESA GAVILÁNEZ

Echeandia, 25 de Diciembre del 2022

En calidad de Dueño de la empresa “Gavilánez”, a petición verbal de la interesada certifico que la señorita Alisson Nicole Guzmán Bayas portadora de la cedula de ciudadanía 180496173-6, realizó en la empresa la investigación del trabajo de grado con el tema “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR”, bajo la supervisión del área de producción siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la empresa.

Es todo en cuanto puede certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso de este documento en forma como estimen conveniente.

Atentamente



Sr. Nelson Gustavo Gavilánez Pazmiño  
Dueño de la empresa  
C.I. 020101512-0

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar agradezco a Dios por haberme dado a la mejor familia, a mis padres que nunca me han abandonado para cumplir todos mis objetivos siendo su cariño y amor el motor para seguir y jamás rendirme, agradezco a mis hermanos que con su cariño me han dado fuerzas para seguir y ser un ejemplo para ellos, agradezco a mi novio que ha sido mi apoyo incondicional que ha estado conmigo en altas y bajas dentro de mi carrera Universitaria, agradezco a mi tutor de tesis MsC. Ángel Hidalgo quien me apoyado y motivado para no rendirme, de igual manera agradezco a mis docentes que han sido parte de mi camino universitario, a mis amigos por los trabajos compartidos y las historias vividas, reconozco que no ha sido fácil pero lo he logrado.*

***Alisson***

**DEDICATORIA**

*Mi tesis la dedico con todo el amor y cariño a mis padres Karina y Rubén por su sacrificio y esfuerzo para darme una carrera, a mis hermanos Brianna y Alejandro por su apoyo incondicional, por darme ánimos y regalarme una sonrisa para seguir, a mi novio César por creer en mí siempre, por creer en mi capacidad y motivarme cada día para lograr mi sueño, gracias a todos ustedes por estar siempre a mi lado sin ustedes yo no habría llegado hasta donde estoy, todos ustedes son una pieza clave en mi éxito los quiero mucho.*

**Alisson**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORIA .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iii
AVAL DE LA EMPRESA .....	iv
ABSTRACT .....	xv
AVAL DE TRADUCCION.....	xvi
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 RESUMEN .....	2
1.2 EL PROBLEMA .....	3
1.2.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2.2 Formulación del problema.....	3
1.3 BENEFICIARIOS .....	3
1.3.1 Beneficiarios directos .....	3
1.3.2 Beneficiarios Indirectos.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.5 HIPÓTESIS .....	5
1.6 OBJETIVOS .....	6
1.6.1 General.....	6
1.6.2 Específicos.....	6
1.7 SISTEMAS DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1 ANTECEDENTES .....	8
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	10
2.2.1 Definición de leche.....	10
2.2.2 Composición de la leche.....	11
2.2.3 Densidad específica de la leche .....	11
2.2.4 Viscosidad de la leche .....	11
2.2.5 Acidificación de la leche .....	12
2.2.6 Aspectos generales sobre el queso.....	12

2.2.6.1	Definición.....	12
2.2.7	El suero.....	12
2.2.8	Tipos de quesos .....	12
2.2.8.1	Queso fresco.....	12
2.2.8.2	Queso semiduro.....	13
2.2.8.3	Queso maduro .....	13
2.2.9	Norma general (INEN) para quesos frescos no madurados. ....	13
2.2.10	Proceso de fabricación del queso.....	15
2.2.10.1	Recepción y análisis .....	15
2.2.10.2	Pasteurización.....	15
2.2.10.3	Reposo y enfriamiento.....	16
2.2.10.4	Adición de sales cálcicas y cuajo .....	16
2.2.10.5	Coagulación .....	16
2.2.10.6	Corte .....	17
2.2.10.7	Desuerado .....	17
2.2.10.8	Moldeado .....	17
2.2.10.9	Prensado .....	18
2.2.10.10	Salado .....	18
2.2.10.11	Maduración y afinado.....	19
2.2.11	Producción y procesos.....	19
2.2.11.1	Productividad.....	19
2.2.11.2	Estudio de trabajo .....	19
2.2.11.3	Estudio de métodos.....	20
2.2.11.4	Procedimiento de estudio de métodos .....	20
2.2.11.5	Combinación de operaciones.....	20
2.2.11.6	Simplificación de operaciones.....	21
2.2.12	Automatización.....	21
2.2.12.1	Los principios de los sistemas de automatización .....	21
2.2.12.2	Modelo estructural de un sistema automatizado .....	22
2.2.13	Sensores .....	23
2.2.14	Sensores .....	23
2.2.14.1	Tipos de sensores más utilizados en procesos industriales.....	23

2.2.15	Electroválvulas .....	24
2.2.16	Autómatas programables .....	24
2.2.16.1	Campos de aplicación.....	25
2.2.16.2	Ventajas de Autónomas programables .....	25
2.2.16.3	Desventajas de Autónomas programables .....	25
2.2.16.4	Funciones de un PLC.....	26
2.2.17	Programas para la simulación de procesos .....	26
2.2.18	FlexSim.....	28
2.2.18.1	Objetivo de FlexSim.....	29
2.2.18.2	Ventajas de FlexSim.....	29
2.2.18.3	Aplicaciones de FlexSim .....	29
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	30
3.1	METODOLOGÍA .....	30
3.1.1	Tipo de investigación .....	30
3.1.1.1	DESCRIPTIVA.....	30
3.1.2	Método de investigación .....	30
3.1.2.1	MÉTODO INDUCTIVO.....	30
3.1.3	Técnicas.....	30
3.1.3.1	OBSERVACIÓN .....	30
3.1.3.2	ENTREVISTA .....	30
3.1.3.3	TÉCNICAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
3.1.4	Instrumentos .....	31
3.1.4.1	FICHA DE OBSERVACIÓN .....	31
3.1.4.2	CUESTIONARIO .....	31
3.1.4.3	ANÁLISIS DOCUMENTAL.....	31
3.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	31
3.2.1	Sustentación en base al Objetivo 1 .....	31
3.2.1.1	Entrevista.....	32
3.2.1.2	Observación de campo .....	34
3.2.1.3	Analizar el proceso de producción de queso fresco .....	35
3.2.1.4	Identificar los problemas en el proceso de producción.....	41
3.2.1.5	Realizar el diagrama de flujo y de procesos.....	47

3.2.1.6	Ley de Gestión Ambiental.....	48
3.2.1.7	Herramienta HADA – Grado de Automatización .....	49
3.2.2	Sustentación en base al segundo objetivo.....	52
3.2.2.1	Alternativas de Automatización para el proceso de producción de queso fresco 52	
3.2.3	Sustentación en base al tercer objetivo.....	57
3.2.3.1	Situación Actual de la Empresa .....	57
3.2.3.2	Analizar las alternativas planteadas .....	61
3.2.3.3	Análisis de la mejor alternativa.....	71
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	72
4.1	CONCLUSIONES .....	72
4.2	RECOMENDACIONES.....	73
	BIBLIOGRAFÍA .....	74
	ANEXOS .....	77

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.1: Beneficiarios Directos .....	4
Tabla 1.2: Beneficiarios Indirectos.....	4
Tabla 1.3: Variable dependiente e independiente.....	5
Tabla 1.4: Sistemas de tareas con relación a los objetivos planteados.....	7
Tabla 2.1: Composición de la leche [6].....	11
Tabla 2.2: NTE INEN-Tipos de Quesos [11].....	14
Tabla 2.3: Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados [2].....	14
Tabla 2.4: Proceso de estudio de métodos [22].....	20
Tabla 2.5: Principios de los sistemas automatizados [25].....	21
Tabla 2.8: Funciones de un PLC [30].....	26
Tabla 3.1: Tiempo de ciclo actual de la empresa Gavilánez .....	59
Tabla 3.2 Tiempos de producción de la Empresa Gavilánez 250 quesos.....	60
Tabla 3.3: Porcentaje de mejora – Alternativa A .....	64
Tabla 3.4: Porcentaje de mejora – Alternativa B.....	67
Tabla 3.5: Porcentaje de mejora – Alternativa C.....	69
Tabla 3.6: Porcentaje de mejora – Alternativa D .....	71
Tabla 3.7: Análisis de las Alternativas .....	71

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1: Vacas lecheras [6] .....	11
Figura 2.2: Queso fresco [9].....	12
Figura 2.3. Automatización de proceso de producción de queso .....	21
Figura 2.4: Sistema de Control PLC [24].....	22
Figura 2.5: Sensores [27].....	23
Figura 2.6: Electroválvulas M&M [28].....	24
Figura 2.7: Autónomas programables [29].....	24
Figura 3.1: Aplicación de instrumentos para el diagnóstico .....	32
Figura 3.2: Recepción de materia prima.....	34
Figura 3.3: Desuerado de la fabricación de quesos .....	35
Figura 3.4: Recepción de materia prima.....	35
Figura 3.5: Almacenamiento de materia prima .....	36
Figura 3.6: Filtro de impurezas.....	36
Figuras 3.7: Cuajo Vegetal .....	37
Figura 3.8: Proceso de cuajo.....	37
Figuras 3.9: Corte y Batido .....	38
Figura 3.10: Proceso de desuerado .....	38
Figura 3.11: Almacenamiento de suero.....	39
Figura 3.12: Llenado del queso en los moldes .....	39
Figura 3.13: Moldeo del queso .....	40
Figura 3.14: Salado del queso.....	40
Figura 3.15: Empaque del queso .....	41
Figura 3.16: Diagrama de Ishikawa de orden y limpieza en la empresa “Gaviláñez” .....	42
Figura 3.17: Diagrama de Ishikawa de textura de queso en la empresa “Gaviláñez” .....	43
Figura 3.18: Diagrama de Ishikawa de variabilidad en moldeo de queso en la empresa “Gaviláñez” .....	44
Figura 3.19: Diagrama de Ishikawa de variabilidad en el prensado de queso en la empresa “Gaviláñez” .....	45
.....	46
Figura 3.20: Diagrama de Ishikawa de tiempos y muertos en la empresa “Gaviláñez” .....	46
Figura 3.21: Diagrama de Flujo Fabricación de queso fresco .....	47

Figura 3.22: Herramienta HADA .....	49
Figura 3.23 Resumen de resultados – 5 factores .....	50
Figura 3.25: Benchmarking respecto a la media global .....	51
Figura 3.27: Enfoque FlexSim.....	53
Figura 3.28: Automatización de procesos .....	53
Figura 3.29: FlexSim Alternativa A .....	54
Figura 3.30: FlexSim Alternativa B – Agilidad del empleado .....	54
Figura 3.31: FlexSim Alternativa B – Velocidad normal de un operario .....	55
Figura 3.32: FlexSim Alternativa C – Utilización de dos estaciones.....	55
Figura 3.33: FlexSim Alternativa D – Proceso de pasteurización.....	56
Figura 3.34: Producción artesanal con mecanismos mecánicos.....	57
Figura 3.35: Layout Actual.....	58
Figura 3.36: Proceso actual – Empresa Gavilánez .....	58
Figura 3.37: Simulación del proceso de producción automatizado.....	59
Figura 3.38: Tiempos de Producción Actual y propuesta de Automatización .....	60
Figura 3.39: Layout – Rediseño de planta.....	61
Figura 3.40: Proceso automatizado Empresa Gavilánez .....	62
Figura 3.41: Simulación tiempo de ciclo Alternativa A.....	63
Figura 3.42: Análisis de eficiencia – Alternativa A .....	63
Figura 3.43: Gráfico de barra – Alternativa A.....	64
Figura 3.44: Simulación tiempo de ciclo Alternativa B .....	65
Figura 3.45: Análisis de eficiencia – Alternativa B.....	66
Figura 3.46: Gráfico de barras – Alternativa B .....	67
Figura 3.47: Simulación tiempo de ciclo Alternativa C .....	67
Figura 3.48: Análisis de eficiencia – Alternativa C.....	68
Figura 3.49: Gráfico de barras – Alternativa C .....	69
Figura 3.50: Simulación tiempo de ciclo Alternativa D.....	69
Figura 3.51: Análisis de eficiencia – Alternativa D .....	70
Figura 3.52: Gráfico de barras – Alternativa D .....	71

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR”

**Autor:** Guzmán Bayas Alisson Nicole

**RESUMEN**

La empresa láctea Gavilánez está ubicada en la Provincia Bolívar, Cantón Echeandía, Parroquia San José de Camarón empezó sus actividades con el emprendimiento del Señor Nelson Gavilánez en el 2002. Esta organización se dedica a la transformación de leche cruda en queso fresco, la empresa presenta conflictos de estándares sanitarios por lo cual su producción a disminuido, cabe recalcar que el trabajo que en la empresa se realiza es manual lo cual provoca retrasos en los pedidos a entregar en diferentes provincias. La empresa no cuenta con un proceso automatizado es por ello por lo que la propuesta de automatización en la empresa es importante ya que ayuda a disminuir el tiempo de ciclo de producción mediante un plan de mejoramiento de procesos. Cabe recalcar que la automatización es la clave para abrir ventanas a la competitividad es por ello por lo que las Industrias lácteas deben tomar en cuenta la automatización como mejora para la empresa, Actividades como la recopilación de datos mediante un estudio del proceso, conocer los problemas que existan en cada proceso, así como también, el rediseño de la planta es fundamental para cumplir con el propósito planteado en este proyecto de investigación. El trabajo para su correcto desarrollo se realizó con datos obtenidos insitu en el presente año, información que servirá para conocer el nivel de producción actual de la empresa, así como los problemas existentes dentro del área de producción con el fin de analizarlos para posterior entregar las propuestas de mejora en beneficio de la Empresa Láctea Gavilánez. Los resultados obtenidos en el proyecto de investigación presentado se realizó mediante la utilización del software FlexSim realizando alternativas de automatización para el proceso de producción de la empresa con el fin de mejorar el tiempo de ciclo en su línea de producción, cabe mencionar que luego del análisis realizado a las diferentes alternativas de automatización y por ende mejora de sus procesos se tomó en cuenta la alternativa C como la mejor opción para la empresa ya que disminuye su tiempo de ciclo de producción y aumenta la eficiencia o rendimiento de utilización de cada uno de sus procesos en la línea de producción.

**Palabras Claves:** Automatización, tiempo de ciclo, producción, eficiencia, rendimiento.

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

**ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY**

**TOPIC:** “AUTOMATION PROPOSAL IN THE FRESH CHEESE ELABORATION PROCESS AT THE GAVILÁNEZ ENTERPRISE IN THE BOLÍVAR PROVINCE”.

**Author:** Guzmán Bayas Alisson Nicole

**ABSTRACT**

The Gavilánez dairy enterprise is located in the Bolívar Province, Echeandía Canton, San José de Camarón Parish, it began its activities with the Mr. Nelson Gavilánez undertaking in the 2002. This organization is dedicated to the raw milk transformation into fresh cheese, the enterprise presents sanitary standards conflicts, which its production has decreased, it should be noted, what the work that was made in the enterprise is manual, what causes delays in the orders to be delivered in the different provinces. The enterprise does not have an automated process, which is why the automation proposal in the enterprise is important, since it helps to reduce the production cycle time, through a process improvement plan. It should be noted, what automation is the key for opening windows to competitiveness, which is why dairy industries must take automation into account as an improvement for the enterprise. Activities, such as the data collection, through a process study, knowing the problems, which exist into each process, as well as the plant redesign is essential to fulfill the set purpose this research project. The work for its correct development was made with got data in situ in the current year, information, what will serve to know the production current level from enterprise, as well as the existing problems within the production area, in order to analyze them for later, to deliver the improvement proposals into benefit from Gavilánez Dairy Enterprise. The got results in the presented research project were made by using the FlexSim software, by making automation alternatives for the enterprise's production process, in order to improve the cycle time into its production line, it is worth mentioning, which after the made analysis to the different automation alternatives, and therefore, the improvement their processes, it was taken into account alternative C, as the best option for the enterprise, since it decreases its production cycle time and increases the efficiency or use performance each one its processes in the production line.

**Keywords:** Automation, cycle time, production, efficiency, performance.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILÁNEZ EN LA PROVINCIA BOLÍVAR”** presentado por: **Guzmán Bayas Alisson Nicole** egresada de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad De Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Marzo del 2023.

Atentamente,



Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

**CC: 0502666514**

## INFORMACIÓN GENERAL

**Título:** Propuesta de Automatización en el proceso de producción de queso en la empresa Gavilánez en la Provincia Bolívar.

**Fecha de inicio:** Octubre 2022

**Fecha de finalización:** Febrero 2023

**Lugar de ejecución:** Instalaciones de la Empresa Gavilánez ubicada en la Provincia Bolívar, Cantón Echeandía, Parroquia San José de Camarón.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de Investigación vinculado:** No aplica

**Equipo de trabajo:**

**Tutor Institución:**

MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

**Estudiante:**

Alisson Nicole Guzmán Bayas

**Área de conocimiento:**

- 07. Ingeniería, industria y construcción.
- 71. Ingeniería y profesiones afines.
- 72. Fabricación y procesos

**Línea de Investigación:**

- Automatización de procesos industriales.

**Sublíneas de Investigación de la Carrera:**

- Calidad, Proceso de diseños productivo

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 RESUMEN

La empresa láctea Gavilánez está ubicada en la Provincia Bolívar, Cantón Echeandía, Parroquia San José de Camarón empezó sus actividades con el emprendimiento del Señor Nelson Gavilánez en el 2002. Esta organización se dedica a la transformación de leche cruda en queso fresco, la empresa presenta conflictos de estándares sanitarios por lo cual su producción a disminuido, cabe recalcar que el trabajo que en la empresa se realiza es manual lo cual provoca retrasos en los pedidos a entregar en diferentes provincias. La empresa no cuenta con un proceso automatizado es por ello por lo que la propuesta de automatización en la empresa es importante ya que ayuda a disminuir el tiempo de ciclo de producción mediante un plan de mejoramiento de procesos.

Cabe recalcar que la automatización es la clave para abrir ventanas a la competitividad es por ello por lo que las Industrias lácteas deben tomar en cuenta la automatización como mejora para la empresa, Actividades como la recopilación de datos mediante un estudio del proceso, conocer los problemas que existan en cada proceso, así como también, el rediseño de la planta es fundamental para cumplir con el propósito planteado en este proyecto de investigación.

El trabajo para su correcto desarrollo se realizó con datos obtenidos insitu en el presente año, información que servirá para conocer el nivel de producción actual de la empresa, así como los problemas existentes dentro del área de producción con el fin de analizarlos para posterior entregar las propuestas de mejora en beneficio de la Empresa Láctea Gavilánez.

Los resultados obtenidos en el proyecto de investigación presentado se realizó mediante la utilización del software FlexSim realizando alternativas de automatización para el proceso de producción de la empresa con el fin de mejorar el tiempo de ciclo en su línea de producción, cabe mencionar que luego del análisis realizado a las diferentes alternativas de automatización y por ende mejora de sus procesos se tomó en cuenta la alternativa C como la mejor opción para la empresa ya que disminuye su tiempo de ciclo de producción y aumenta la eficiencia o rendimiento de utilización de cada uno de sus procesos en la línea de producción.

**Palabras Claves:** Automatización, tiempo de ciclo, producción, eficiencia, rendimiento.

## **1.2 EL PROBLEMA**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En el Cantón Echeandía, Parroquia San José de Camarón en la empresa láctea Gavilánez las actividades manufactureras se realizan con frecuencia ya que es una zona rural, es por ello que se ha encontrado ciertos inconvenientes en la producción del queso fresco donde la más importante es que no realizan el proceso de pasteurización por falta de equipos, Al añadir los ingredientes del proceso se realiza de forma manual haciendo que la mezcla sea desigual, los sistemas de calefacción, sistema de vapor y agua son operados de manera manual lo cual expone la salud de los operadores, otro problema es la medición de temperatura en la materia prima ya que es de forma manual, por lo cual podría causar fallas en el sistema y la exposición de contaminantes al producto por la intervención humana, además cabe mencionar que los implementos y maquinarias se encuentran mal ubicados lo cual atrasa la agilidad de los empleados para realizar sus actividades ya que todo el proceso es manual incluso existen instalaciones eléctricas en el paso lo cual podría causar accidentes laborales.

El riesgo de la contaminación de la materia prima al momento que llega a la empresa es total ya que el transcurso desde el camión que entrega la leche hasta llegar al tanque de acero inoxidable no cuenta con medidas suficientes de higiene ya que es enviada por medio de mangueras plásticas, cabe mencionar que no los quesos no cuentan con un registro sanitario.

Otro de los problemas es la falta de proveedores y se debe tomar en cuenta que en algunos casos les entregan la leche mezclada con agua lo cual retrasa la producción ya que la eficiencia no es la misma.

### **1.2.2 Formulación del problema**

Mediante el proyecto planteado se identificará una alternativa para la mejora de sus procesos y por ende el tiempo de ciclo de producción de queso fresco en la Empresa Gavilánez.

## **1.3 BENEFICIARIOS**

### **1.3.1 Beneficiarios directos**

El proceso de producción beneficiara a todos los grupos de interés interno y externo de la empresa como se menciona a continuación:

Se observa la lista de beneficiarios directos en torno a la producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez.

Tabla 1.1: Beneficiarios Directos

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	
Operadores	2
Gerente	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

### 1.3.2 Beneficiarios Indirectos

Se observa la lista de beneficiarios indirectos en torno a la producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez.

Tabla 1.2: Beneficiarios Indirectos

<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	
Clientes	50
Proveedores	25
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Toda empresa debe generar procesos de mejora continua brindando confiabilidad y condiciones favorables en calidad a los consumidores del producto siendo competencia para otras empresas.

Lo cual enfoca en un estudio de reingeniería como es la automatización del proceso de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez que busca mejorar su proceso de producción ahorrando tiempo ya que actualmente la empresa realiza un proceso manual y carece de varios equipos y elementos para la producción y por medio de la automatización se ayudará a la empresa a perfeccionar los estándares sanitarios de producción.

En América Latina la automatización claramente es la llave para abrir ventanas en el campo de la competitividad, pero lamentablemente América está demasiado atrasada en automatización

ya que la mayoría de las empresas no buscan una mejora continua en sus procesos por el factor económico o simplemente por no arriesgarse y aprender de algo nuevo.

La empresa láctea Gavilánez está interesada en mejorar sus procesos de producción por ello se va a realizar una propuesta de automatización del proceso buscando dar soluciones confiables y eficientes con la utilización de equipos, elementos y adquisición de nuevas tecnologías las cuales ayudarán a mejorar y disminuir el tiempo de ciclo de la producción por ende tener un grado más alto de competencia ante otras empresas.

Por lo cual se debe tomar en cuenta las estrategias y objetivos de la empresa ya que de eso depende el éxito del proyecto, es por ello por lo que la motivación del Señor Nelson dueño de la empresa es que sus productos y su empresa sean reconocidos a nivel Nacional y porque no en un futuro a nivel mundial es por ello por lo que está dispuesto a trabajar con gran responsabilidad para cumplir los objetivos junto a su equipo de trabajo.

La propuesta que se va a realizar mejora el proceso de producción y de esa manera ayuda a la competitividad de la empresa y así ampliar el mercado con la seguridad de que puedan cumplir los lotes de pedidos a tiempo. Es así como la propuesta de automatización logrará dar soluciones confiables, eficientes y eficaces con la utilización de equipos, elementos y adquisición de nuevas tecnologías para el proceso.

## 1.5 HIPÓTESIS

Con el presente trabajo se identificará una alternativa para disminuir el tiempo de ciclo de producción de queso fresco en la Empresa Gavilánez.

Se muestra las variables dependiente e independiente de la hipótesis.

Tabla 1.3: Variable dependiente e independiente

<b>Variable dependiente</b>	<b>Variable independiente</b>
Disminución del tiempo de ciclo del proceso de producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez.	El proceso de producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 General**

Realizar una propuesta de automatización en el proceso de producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez para la disminución del tiempo de ciclo de su producción.

### **1.6.2 Específicos**

- Caracterizar el proceso y grado de automatización que existe actualmente en el proceso de producción de queso fresco mediante visitas Insitu a la empresa Gavilánez para analizar la situación actual de la misma.
- Proponer alternativas de automatización de los procesos mediante la utilización del software FlexSim para la disminución del tiempo de ciclo de producción de queso fresco.
- Seleccionar la propuesta más viable de automatización del proceso de producción de queso fresco mediante un análisis de las alternativas planteadas anteriormente para la disminución del tiempo de ciclo de producción de la empresa Gavilánez.

## 1.7 SISTEMAS DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.4: Sistemas de tareas con relación a los objetivos planteados

Objetivos Específicos	Actividades	Resultados esperados	Técnicas, medios e instrumentos
Caracterizar el proceso y grado de automatización que existe actualmente en el proceso de producción de queso fresco mediante visitas Insitu a la empresa Gavilánez para analizar la situación actual de la misma.	Preparación de los documentos para el diagnóstico	Entrevista al dueño de la empresa	Entrevista
	Observación de campo	Conocer la planta de producción y los equipos que disponen	Observación directa
	Analizar el proceso de producción del queso fresco	Visualizar exactamente los procesos para la producción del queso fresco	Observación directa, recopilación de información
	Identificar los problemas en el proceso de producción	Reconocer los diferentes problemas que existe en la producción	Tabulación de datos
	Realizar el diagrama de flujo del proceso de producción	Diseñar el diagrama de acuerdo con los procesos realizados en la empresa	Diseño, Internet
Proponer alternativas de automatización de los procesos mediante la utilización del software FlexSim para la disminución del tiempo de ciclo de producción de queso fresco.	Proponer alternativas para mejorar los procesos	Alternativas de automatización	Investigación
	Dar a conocer las alternativas que se han planteado para la mejora del proceso	Estudio de cada alternativa para la mejora de la empresa	Diseño, Internet
Escoger la propuesta más viable de automatización del proceso de producción de queso fresco mediante un análisis de las alternativas planteadas anteriormente para la disminución del tiempo de ciclo de producción de la empresa Gavilánez.	Analizar las alternativas planteadas	Tomar decisiones para la producción de la empresa	Datos propuestos, Investigación
	Escoger la mejor propuesta de automatización para la empresa	Que la empresa mejore su tiempo de producción y la mejora continua de la empresa	Investigación, entrevista

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

#### **Automatización del proceso de elaboración de queso fresco semiblando entero de la empresa El Campesino[1]**

La empresa de lácteos “El Campesino” ha venido desarrollando durante sus veinte años de vida empresarial la producción del queso fresco semiblando de forma manual, razón por la cual, y con el afán de prestar una mejora en la calidad de su producto y en concordancia con la modernización actual ha experimentado el desarrollo de la automatización de una de sus marmitas de producción.[1]

Mediante la ejecución de trabajos mecánicos de adaptación de los equipos eléctricos y electrónicos se ha logrado manufacturar un equipo en armonía con el entorno de la planta y de fácil manejo para el operario, así como también con la aplicación de un PLC las etapas de producción se realizan sin la necesidad de un operario permanente, permitiendo una mejora sustancial en la producción y en la calidad del producto debido a la estandarización de la calidad del producto.[1]

La implementación de la automatización en la empresa marca una innovación a nivel local de la forma de producción permitiendo ser pioneros en el mejoramiento de los procesos productivos en las empresas de producción de queso fresco semiblando.[1]

Como resultado de la automatización se obtuvo una disminución en el tiempo del proceso, por ende, una mejora en la rentabilidad económica de la empresa debido a que el operario destinado a la supervisión de la temperatura y agitación permanente de la leche puede desarrollar otras actividades propias del proceso de elaboración del queso fresco semiblando.[1]

#### **Automatización del proceso de producción de queso para la Microempresa “QUESERA SAN JOSÉ DE CHANCHALO”[2]**

Su contenido, está desarrollado de la siguiente forma: Tiene relación con antecedentes, justificativos y objetivos que determinan la realización del presente trabajo. Indica la situación actual de la Microempresa de productos lácteos “Quesera San José de Chánchalo” con el propósito de conocer, el proceso completo de producción y tener fundamentos necesarios para

proponer la automatización de una parte importante del mismo; aplicando, los avances tecnológicos y científicos para su diseño y desarrollo.[2]

Contiene el estudio completo de las condiciones del proceso de producción actual detallado utilizando cartogramas analíticos para procesos de producción y en base a los análisis realizados se presenta una propuesta técnica que contiene reubicación y disposición de equipos, planteamiento de la automatización de una parte del proceso productivo, mejoramiento de las condiciones de trabajo, etc.[2]

Contiene cálculo de selección de tubería para el transporte de la leche y sacado del suero, transporte de la cuajada, en cada proceso se especifica las pérdidas por fricción. Además, se detalla la selección de bombas adecuadas para los dos procesos a realizar.[2]

Se presenta una propuesta técnica en la selección del PLC's a utilizar de acuerdo con los requerimientos del sistema, principios de programación, desarrollo del programa y la simulación del mismo.[2]

### **Sistema automatizado para el proceso de pasteurización y cuajada de leche en la elaboración de queso fresco para el Consorcio de Lácteos Tungurahua.[3]**

El presente proyecto diseña e implementa un sistema automatizado para el proceso de pasteurización y cuajada de leche en la elaboración de queso fresco, con el objetivo de mejorar el ambiente laboral del operador, tiempos de producción.[3]

De esta manera se eleva la producción y el aprovechamiento de los recursos disponibles en la planta. El sistema automatizado consta de una arquitectura de tres niveles de automatización los cuales son: equipos de campos, equipos de control y equipos de supervisión.[3]

En el nivel de equipos de campo se encuentran los sensores de temperatura PT-100, los sensores de nivel tipo Interruptor flotador y los actuadores de la máquina como son las electroválvulas para el sistema de calentamiento a vapor, sistema de enfriamiento con agua y sistema de dosificación de Calcio y Cuajo a la mezcla.[3]

Además del motor agitador realiza la mezcla homogénea de la materia prima y el intercambio térmico entre el líquido y la chaqueta de la marmita. El nivel de control está compuesto por un PLC Xinje modelo XC3-24-R-E el cual genera las condiciones y restricciones de activación de los actuadores y pre-actuadores del sistema, realiza la adquisición y procesamiento de variables medidas por los sensores, otra función principal del PLC es el intercambio de información con el sistema de supervisión mediante protocolo de comunicación industrial MODBUS-RTU RS-232, en este caso se empleó una HMI Kinco modelo MT4434-TE la cual permite un monitoreo

en tiempo real del sistema, control de parámetros, visualización de variables, control de acceso restringido por nivel de usuario.[3]

La implementación del sistema facilita el trabajo realizado por el operador, reduce la contaminación de la materia prima por contacto humano. Con un sistema automatizado de nivel dos el aprovechamiento de los recursos de la planta es más eficiente, actualizando el método de elaboración de quesos fresco en las queseras rurales.[3]

### **Diseño del sistema automatizado para las etapas de pasteurización e hilado en el proceso de fabricación de queso en la empresa del altiplano productos lácteos.[4]**

En este documento, se presenta el diseño de un sistema automatizado para las etapas de pasteurización e hilado, en el proceso de elaboración de queso de la empresa Del Altiplano Productos Lácteos del municipio de Jenesano – Boyacá.[4]

Se evidencia la investigación realizada sobre el proceso de fabricación de queso, además, la instrumentación necesaria para automatizar las etapas trabajadas en el proyecto (pasteurización e Hilado). [4]

el diseño se incluye un diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID), en el cual se evidencian todos los instrumentos y conexiones de las etapas automatizadas; también se incluye el gráfico funcional de control de etapas y transiciones (Grafcet), donde se muestra de forma ordenada, etapa por etapa la programación realizada; por último, una simulación que muestra el funcionamiento de la interfaz hombre maquina (HMI); en esta se puede observar las variables físicas captadas por sensores en el proceso, configurar las variables que determinan el funcionamiento de los actuadores y seleccionar el tipo de queso a elaborar.[4]

## **2.2 MARCO REFERENCIAL**

### **2.2.1 Definición de leche**

En la figura 2.1 se puede observar las vacas lecheras saludables, incansables y bien nutridas las cuales producen leche, la leche es un líquido blanco y opaco que es el producto lácteo entero de las vacas lecheras. Técnicamente la leche es un producto secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, cuyo propósito es comida para bebés para los primeros meses de vida. Es una mezcla compleja de materia, lípidos, proteínas, lactosa, minerales, vitaminas y otros componentes menores presentes en la solución.[5]



Figura 2.1: Vacas lecheras [6]

### 2.2.2 Composición de la leche

Tabla 2.1: Composición de la leche [6]

CONSTITUYE	PORCENTAJE
AGUA	87%
LACTOSA	4,8%
GRASA	4%
DASEINA	2,8%
ALFUEINA	0,7%
SALES MINERALES	0,7%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

### 2.2.3 Densidad específica de la leche

La densidad es la relación que existe entre las masas expresadas por peso y volumen corporal es decir es el cambio de peso con respecto al volumen. Para la leche es el caso del volumen dado a una temperatura particular.[5]

Las densidades normales de la leche son 1.028 a 1.033gr/cc a una temperatura de 15°C, si la leche ha sido aguada o escurrida la densidad va por debajo del 1.028 y al ser descremada la densidad se excede del 1.034. La densidad de la leche varía con la temperatura medida, como de costumbre se mide a 15°C si se midiera a otra temperatura se debe hacer correcciones.[5]

### 2.2.4 Viscosidad de la leche

La viscosidad de la leche es la resistencia a los líquidos, la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura y depende de la composición del líquido. La leche es más viscosa que el agua debido a su porcentaje de grasa, las viscosidades de la leche oscilan 1,77 y 2,22 centímetros, 2,22 para la leche entera y 1,77 para la leche desnatada. Es importante la viscosidad en la leche ya que los comercializadores la relacionan con el porcentaje de grasa.[6]

### 2.2.5 Acidificación de la leche

La acidificación de la leche se realiza antes de la coagulación de enzimas utilizando ácidos orgánicos. La leche altamente pasteurizada debe ser acidificada a 8°C ((PAFr), 4) o a 18°C ((PAAmb), 5). La leche con baja pasteurización debe ser acidificada a 8°C ((PBFr), 6). La leche sin pasteurización es decir leche cruda debe ser acidificada con ácido cítrico a 8°C (CrFr), 2).[7]

### 2.2.6 Aspectos generales sobre el queso

#### 2.2.6.1 Definición

En la figura 2.2 se puede observar el proceso de salado del queso fresco (no madurado), cabe mencionar que el queso es un producto derivado de la leche es una mezcla de proteínas, grasas y otros componentes lácteos, esta mezcla se separa de la parte acuosa de la leche después de la coagulación.[8]



Figura 2.2: Queso fresco [9]

### 2.2.7 El suero

El suero es un subproducto líquido de la precipitación de la caseína en la elaboración del queso. Para la industria alimentaria el suero es un subproducto de las proteínas baratas, que ofrece diferentes propiedades, el suero mejora la textura, el sabor y el color, emulsionan y estabilizan, mejora la fluidez y exhibe muchas otras propiedades alimenticias.[9]

### 2.2.8 Tipos de quesos

#### 2.2.8.1 Queso fresco

El queso fresco es un queso mohoso sin madurar con una textura ligeramente firme, contiene leche entera y levemente granular, el queso fresco generalmente es coagulado con enzimas o ácidos orgánicos también conocido como queso blanco.[10]

### **2.2.8.2 Queso semiduro**

Este tipo de queso es aquel que una vez de su elaboración se mantiene con parámetros apropiados por un tiempo de 15 a 35 días para lograr los cambios químicos y físicos correspondientes de este tipo de queso.[10]

### **2.2.8.3 Queso maduro**

Este tipo de queso es rendido a maduración es decir no está apto para el consumo después de su fabricación se mantiene en condiciones ambientales por un cierto tiempo para lograr cambios químicos y físicos es allí cuando ya está listo para el consumo.[10]

Para la propuesta de automatización se ha escogido el tipo de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez.

## **2.2.9 Norma general (INEN) para quesos frescos no madurados.**

### **Requisitos específicos**

Para la elaboración de los quesos frescos no madurados, se pueden emplear las siguientes materias primas e ingredientes autorizados, los cuales deben cumplir con las demás normas relacionadas o en su ausencia, con las normas del Codex Alimentarius:[11]

- a) Leche y/o productos obtenidos de la leche.
  
- b) Ingredientes tales como:
  - Cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o aromas y cultivos de otros microorganismos inocuos
  - Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas e idóneas
  - Cloruro de sodio
  - Vinagre[11]

Los quesos frescos no madurados, cabe mencionar que son ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes las cuales se deben cumplir con lo establecido en la tabla 2.7.[11]

Tabla 2.2: NTE INEN-Tipos de Quesos [11]

<b>Tipo o clase</b>	<b>Humedad % maxNTE INEN 63</b>	<b>Contenido de grasa en extractoseco, % m/m Mínimo NTE INEN 64</b>
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó graso	-	45
Semidescremado o bajo en Grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

**Requisitos microbiológicos.** Al análisis microbiológico correspondiente, los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.[11]

Los quesos frescos no madurados, inspeccionados según las normas ecuatorianas deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.8.[11]

Tabla 2.3: Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados [2]

<b>Requisito</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de ensayo</b>
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	$2 \times 10^2$	$10^3$	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	$10^2$	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes /25 g	5	ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25g	5	AUSENCIA	-	0	NTE INEN 1529-15

### Requisitos complementarios

El queso fresco sin madurar debe mantenerse en la cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y venta ya que debe ser realizado en condiciones ideales que garanticen el mantenimiento del producto como es a una temperatura de  $4^\circ \pm 2^\circ \text{C}$ . [11]

Las entidades que comercialicen de este producto deben cumplir con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.[11]

## **2.2.10 Proceso de fabricación del queso**

### **2.2.10.1 Recepción y análisis**

La recepción y tratamiento de la leche es almacenar y preparar la leche ya que es la materia prima para realizar los quesos por lo cual es necesario que los sistemas de recepción de la leche sean equipos pasteurizados que minimizan los microorganismos que existen en la leche.[10]

### **2.2.10.2 Pasteurización**

El calentamiento de la leche debe permitir la eliminación del bacilo tuberculoso y los microorganismos patógenos, para que la leche pasteurizada cumpla con los requerimientos deben tener 30000 gérmenes por cm<sup>3</sup>. [13]

La pasteurización elevada se define ya que la leche es calentada a una temperatura de 72 a 73 °C por 10 minutos, el método también es conocido como el método continuo y rápido.[13]

Cabe recalcar que los quesos frescos tienen una capa blanda por ello la leche es pasteurizada entre 67 y 68°C por 15 minutos aproximadamente.[13]

Esta pasteurización se ejecuta en intercambiadores de calor, el recorrido que realiza la leche es el siguiente:

La leche llega al equipo intercambiador con una temperatura alrededor de 4°C que viene de un tanque regulador en primera instancia se calienta por regeneración, en esta sección la leche cruda se calienta a una temperatura de 58 °C aproximadamente mediante la leche ya pasteurizada cuya temperatura se utiliza en esta zona de regeneración.[14]

Al salir de la zona de regeneración a través de un filtro la leche pasa para eliminar impurezas que puede contener después la leche pasa a los intercambiadores de calor donde se calienta hasta la temperatura de 72 a 73°C mediante agua caliente. [14]

Una vez que alcanza esa temperatura la leche pasa a la zona de retención de temperatura utilizando el más común que es un tubo de retención es allí donde la leche es retenida por un tiempo de 15 a 20 segundos aproximadamente.[14]

Después de salir de la zona de retención la leche pasa por una válvula de desviación la cual verifica que la leche alcance a la temperatura de 72 a 73 °C caso contrario la envía de nuevo al tanque regulador para ser reprocesada nuevamente, una vez realizado este proceso la leche pasa

a la sección de enfriamiento aquí se diferencian dos zonas como es una por donde pasa agua fría y por la otra pasa agua helada es así como termina el proceso saliendo con una temperatura de 4 °C.[14]

### **2.2.10.3 Reposo y enfriamiento**

Después de la pasteurización de la leche se deja reposar por aproximadamente 15 minutos para que empiece a enfriarse y empezar con el proceso de adición de sales cálcicas y cuajo.

El proceso de enfriamiento va entre un tiempo de 20 mnts aproximadamente cabe recalcar que se puede acortar el tiempo utilizando agua fría que circule alrededor del tanque, la leche debe quedar con una temperatura de 39 °C a 41 °C aproximadamente.[15]

### **2.2.10.4 Adición de sales cálcicas y cuajo**

El cuajo de ternera es el elemento esencial para la elaboración de queso cabe mencionar que esto se descubrió hace mucho tiempo donde algún ser humano por noción introdujo leche en un recipiente hecho con pieles de animales y es así como constato que al dejarlo allí después de un tiempo, la leche líquida se convertirá en un sólido, la investigación realizada presente presencia de líquidos en el estómago de varios animales como son las cabras, vacas o corderos son los que ayudan a que la leche se cuaje llamándose así cuajo animal. Este líquido contiene quimosina o renina lo cual la presencia de estos componentes en la leche provoca la separación de la caseína del suero.[16]

La eficiencia más alta del cuajo se obtiene cuando la temperatura de la leche va desde los 39 y 41 °C debe considerarse que si la leche está a una temperatura menor a 8°C y superior a 60 °C la eficiencia del cuajo es casi nula.[16]

### **2.2.10.5 Coagulación**

Se debe conocer que la leche para que tenga una buena coagulación por medio del cuajo debe tomarse en cuenta que la acidez al ser alta y combinada con un pH bajo posibilita una rápida gelificación de la caseína.[13]

La coagulación es el proceso en el que la leche empieza a convertirse en queso cabe mencionar que la coagulación se puede efectuar por medio de la acidez ya que la caseína se coagula mediante el pH debido a la cantidad de ácido producido por bacterias lácticas o añadidas directamente, otro método puede ser soltando el coagulante de tipo animal, vegetal o fermentos lácticos en la cuba de elaboración mientras la leche se eleva en temperatura de acuerdo al tipo de queso que se va a elaborar , hay que tomar en cuenta que se debe utilizar 8ml de cuajo en cada 100litros de leche.[13]

Luego de estos procesos la leche cambia de un estado líquido a un estado sólido o semisólido por agregación de caseínas, micelas proteicas, creando cuajada, leche que retiene sal, agua y partículas de materia.[13]

#### **2.2.10.6 Corte**

Una vez que haya pasado el tiempo de coagulación y se haya verificado que el cuajo obtenido tenga la textura y consistencia correcta se comienza a realizar el corte utilizando los instrumentos necesarios conocidos como liras este instrumento consta de hilos tensos y paralelos entre sí. Cabe recalcar que los tamaños de corte se realizan de acuerdo con el tipo de queso que se va a elaborar.[17]

#### **Parámetros para el corte de la cuajada y desuerado**

- ✓ Se debe realizar cortes horizontales y verticales a la cuajada en cubos pequeños para que la eliminación del suero sea más fácil.
- ✓ Los cortes se realizan de acuerdo con el tipo de queso que se va a elaborar.
- ✓ Si es queso blando los cortes deben ser de 1,0 a 1,5 cm aproximadamente.
- ✓ Si es queso Semiduros los cortes deben ser de 1cm aproximadamente.
- ✓ Si es queso duro los cortes deben ser de 0,5cm aproximadamente.[17]

#### **2.2.10.7 Desuerado**

Este proceso es el más importante ya que de esto depende que el queso quede bien, se empieza una vez terminado el proceso de coagulación se deja de agitar y esperamos a que repose para que el suero se quede en la parte de arriba y sea más fácil sacar el suero, este proceso se realiza dos veces para desuerear de mejor manera.[17]

#### **Parámetros para el desuerado**

- ✓ Se bate la cuajada por 10 minutos aproximadamente para que ayude en la salida del suero.
- ✓ Se extrae más o menos el 50% del suero.
- ✓ Se realiza el desuera hasta descubrir la masa de la cuajada.

#### **2.2.10.8 Moldeado**

Se basa en el llenado del cuajo en moldes, los moldes son de acero inoxidable o de plástico alimenticio para así precautelar la calidad del queso.[17]

#### **Parámetros para el proceso de moldeo**

- ✓ Este proceso debe ser rápido para eludir el enfriamiento de la cuajada.

- ✓ Los moldes deben ser de malla plástica o provisionada de lienzos.
- ✓ El número de agujeros que deben tener los moldes es de acuerdo con el tipo de queso que se va a realizar, el molde tipo rejilla es el que se utiliza para el queso fresco.
- ✓ Los moldes pueden ser cuadrados, cilíndricos o alargados.[17]

#### **2.2.10.9 Prensado**

Este proceso se realiza para desuerear de nuevo la masa y así endurecerla ya que la proteína no se separa por presión.

Es fundamental tener en cuenta que la presión y duración del prensado es de acuerdo con el tipo de queso que se va a realizar. No todos los quesos necesitan un prensado mecánico, pero hoy en día la mayoría de las empresas cuentan con un prensado de forma mecánica, el tiempo de prensado es 10mnts con una presión de 20 psi.[18]

#### **Parámetros para el proceso de prensado**

- ✓ Los moldes deben ejercer presión sobre el queso para que el queso se moldee.[18]

#### **2.2.10.10 Salado**

El propósito de este paso es regular la actividad microbiana, prevenir el crecimiento microbiano no deseado, formar una corteza y realzar el sabor del queso. Este proceso se puede realizar ya sea en seco es decir cubriendo la superficie del queso con sal o sumergiendo el queso en agua y sal más conocido como un baño de salmuera.[18]

#### **Parámetros para el proceso de salado**

- ✓ Se debe utilizar sal cristalizada.
- ✓ El queso ya moldeado se debe sumergir en una solución saturada de sal en un 20% utilizando agua potable.
- ✓ Debe mantenerse a una temperatura de 8 a 10 °C
- ✓ El tiempo que deben permanecer los quesos en la solución saturada de sal depende del tipo y tamaño de queso que se va a realizar, el tiempo de salado es de 30 minutos a 1 hora aproximadamente utilizando 0,9 kg de sal en 100 litros de agua.[18]

### **2.2.10.11 Maduración y afinado**

El final del proceso consiste en que los quesos son mantenidos en cámaras de maduración donde se inspecciona la humedad, temperatura y aeración para conseguir que la maduración sea correcta y no se deforme existen procesos mecánicos como el volteo de los quesos y así verificar que salga un producto de calidad aquí de igual manera se puede cepillar la corteza de los quesos con un baño de salmuera.[18]

#### **Parámetros para el proceso de maduración y afinado**

- ✓ La maduración puede ser superficial o en el interior de los quesos.
- ✓ Si son quesos blandos se recomienda tenerlos a una temperatura baja de 8 a 10 °C.
- ✓ Si son quesos semiduros se recomienda tenerlos a una temperatura de 10 a 12 °C.
- ✓ Si son quesos duros se recomienda tenerlos a una temperatura de 13 a 20 °C.
- ✓ El afinado es opcional esto se realiza para mejorar el sabor, olor y textura del queso solamente si es necesario.[18]

### **2.2.11 Producción y procesos**

#### **2.2.11.1 Productividad**

La productividad es la relación entre el rendimiento obtenido a través de un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para ello, Por lo tanto, la productividad se define como el uso eficiente de los recursos. Ser productivo significa obtener más producción con la misma cantidad de recursos, lograr una mayor cantidad de volumen y tener una mejor calidad.[19]

La importancia de la productividad para mejorar el bienestar nacional ahora es ampliamente reconocida, no hay actividad humana que no produzca beneficios para una mejor productividad.[19]

#### **2.2.11.2 Estudio de trabajo**

Un estudio de trabajo se realiza en industrias y organizaciones donde implica el trabajo del hombre ya que este estudio tiene como objetivo ser más eficiente por ello existen varios tipos al realizar un estudio de trabajo como es el estudio de métodos.[20]

### 2.2.11.3 Estudio de métodos

El estudio de métodos tiene como finalidad de disponer donde encaja el hombre en los procesos y analizar la manera de ejecutar un trabajo disminuyendo material, maquinaria y mano de obra ya que hay muchos procesos en los cuales se realizan trabajos que no son necesarios es por ello por lo que se debe buscar la manera de reducir y sobre todo mejorar procesos y mejorar las condiciones de trabajo haciendo más fácil y rápido el proceso.[21]

### 2.2.11.4 Procedimiento de estudio de métodos

Para realizar el procedimiento de estudio de métodos se toma en cuenta el proceso sistemático.

Tabla 2.4: Proceso de estudio de métodos [22]

PROCESO	ESPECIFICACIÓN
SELECCIONAR	El proceso o trabajo que se va a estudiar.
REGISTRAR	Tomar en cuenta datos importantes registrados anteriormente y pedir información de quien está a cargo del proceso y quien lo ejecuta.
EXAMINAR	Reunir datos relevantes utilizando métodos y técnicas que ayuden a analizar de mejor manera los datos obtenidos.
ESTABLECER	Decidir el método óptimo para ejecutarlo tomando en cuenta todos los factores a mejorar.
EVALUAR	Analizar si el método utilizado es el adecuado comparando el método ya utilizado con el método que se propuso tomando en cuenta tiempos de trabajo etc.
DEFINIR	Presentar el nuevo método con los tiempos especificados por medio de simulaciones, demostraciones etc.
IMPLANTAR/CONTROLAR	Fijar el nuevo método con los tiempos determinador y controlar que se esté ejecutando de forma correcta.

### 2.2.11.5 Combinación de operaciones

La combinación de operaciones trata de unir distintas operaciones relacionadas entre sí, para de esa manera optimizar tiempos es por ello por lo que se debe coordinar distintas operaciones para que el trabajo sea más fácil y rápido.[22]

### 2.2.11.6 Simplificación de operaciones

La simplificación de operaciones se basa en examinar todo el proceso la manera en que realizan las operaciones quien las realizada con que elementos o maquinarias y sin dejar de lado las condiciones de trabajo luego de realizar el análisis de estos factores se trata de simplificar operaciones, suprimiendo movimientos de un lado al otro del operador o reajustar, unirlos etc.[22]

### 2.2.12 Automatización

Utilización de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.[23]



Figura 2.3. Automatización de proceso de producción de queso

La automatización es definida como la implementación de sistemas y tecnologías inteligentes para operar las maquinarias y controlar la producción, prescindiendo de la operación humana en trabajos que necesitan un esfuerzo mayor o representan un riesgo en la salud de los operadores.[23]

#### 2.2.12.1 Los principios de los sistemas de automatización

Tabla 2.5: Principios de los sistemas automatizados [25]

PRINCIPIOS	ESPECIFICACIONES
MEDICIÓN	Un sistema automatizado debe ser apto para medir todas las variables físicas para que reaccione a los cambios físicos que existan.

EVALUACIÓN	Este principio sirve para valorar la medición y ver si es óptimo plantearlo o no.
CONTROL	Es el resultado de la medición y la evaluación

Un sistema de automatización puede ser integrado por más de una vuelta de control es decir desde que sale la máquina y llevarla hasta el sistema de ingreso del mismo, es así como en la mayoría de los sistemas de automatización es difícil reconocer estos principios.[24]

### 2.2.12.2 Modelo estructural de un sistema automatizado

La estructura de un sistema automatizado se puede dividir en dos partes diferentes. Una es la parte llamada parte de operación, que consiste en un conjunto de dispositivos, maquinas o hilos diseñados para realizar una función de fabricación particular como pueden ser maquinas herramientas para realizar mecanizados o hilos dedicados a tareas como fundiciones. Por otro lado, tenemos la parte de control o mando se encarga de controlar la parte de operación independientemente de la implementación técnica ya sea hidráulica, neumática, electrónica etc.[23]

La sumisión de la parte operativa es con la primera parte de control o mando, este intercambio se realiza mediante sensores binarios, convertidores analógicos y digitales y dispositivos de preactivación.[23]

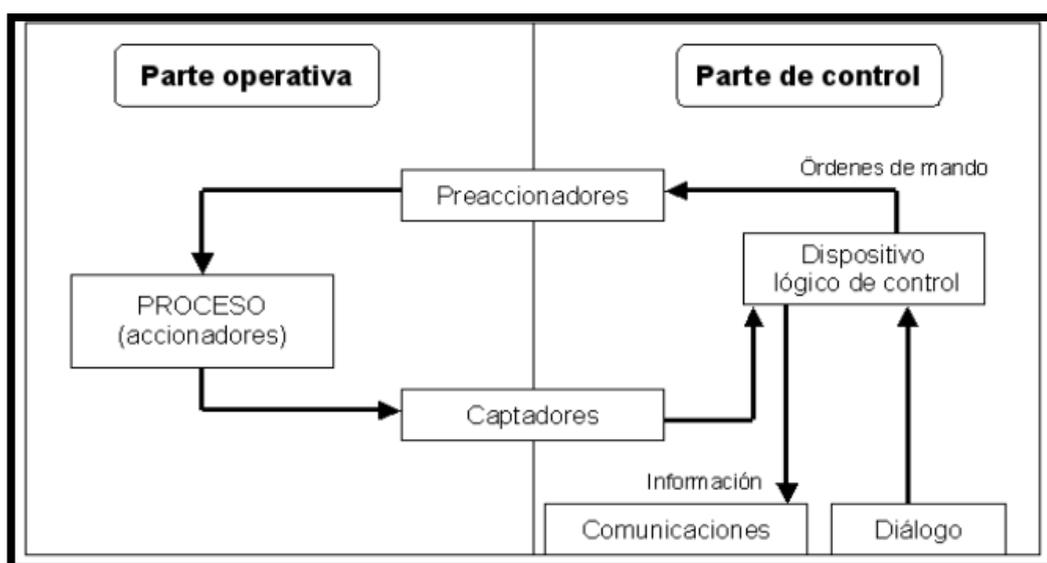


Figura 2.4: Sistema de Control PLC [24]

### 2.2.13 Sensores

Un sistema de control es una combinación de componentes que proporcionan la respuesta requerida. La base de análisis es la teoría de un sistema lineal, que asuma una relación causal con sus componentes.[25]

Existen dos tipos de sistemas de control que se mencionan a continuación:

Sistema de control de bucle abierto o también conocido como sistema de control de lazo abierto usa un controlador o un actuador de control para obtener la respuesta que desea, este sistema es sin retroalimentación.[25]

Sistema de control con lazo cerrado utiliza la medición de salida real y la compara con la señal deseada. La lectura de la salida se denomina señal de retroalimentación.[25]

### 2.2.14 Sensores

Los sensores están ligados al concepto de los transductores ya que un sensor hará siempre uso de un transductor, la salida del sensor será un dato importante para un sistema de medición ya que los sensores responden a propiedades mecánicas, térmicas, magnéticas eléctricas etc. El sensor se conoce como un elemento de entrada que genera una salida manipulable de la variable física medida cabe recalcar que existen diferentes tipos de sensores de acuerdo con la variable física a medir y al principio de transducción, pero cada uno de ellos tiene especificaciones distintas que distinguen entre sí.[26]



Figura 2.5: Sensores [27]

#### 2.2.14.1 Tipos de sensores más utilizados en procesos industriales

- ✓ Sensor de temperatura: La temperatura es una de las variables más medidas en los procesos industriales es por ello por lo que los sensores de temperatura son los más utilizados.
- ✓ Sensor de nivel: Se utilizan para indicar y controlar el nivel de líquidos o sólidos. [26]

### 2.2.15 Electroválvulas

Este dispositivo electromecánico que se utiliza para controlar el flujo de un fluido a través de conductos o tuberías disponen las señales de abierto o cerrado, estas válvulas se integran por acción de bobinas solenoides. Se comunica a través de cables enviando señales eléctricas a dispositivos electrónicos.[27]



Figura 2.6: Electroválvulas M&M [28]

Las electroválvulas de control neumático son aquellas que impiden, desvían o liberan el paso del fluido por medio de una señal que generalmente es eléctrica, también existen electroválvulas de mando directo o indirecto cabe recalcar que las de mando directo se utilizan para diámetros pequeños.[27]

### 2.2.16 Autómatas programables

Es un dispositivo electrónico basado en una microcomputadora que se compone internamente de varios niveles funcionales, es un proceso de entrada de datos útiles a terminales de entrada digital o analógica en combinación con el terminal de alimentación estos autómatas programables también conocidos como PLC (Controlador lógico programable) que se utiliza para controlar en procesos secuenciales en las industrias en tiempo real y realizan funciones lógicas.[28]



Figura 2.7: Autómatas programables [29]

De acuerdo con la información enviada por los captadores y el programa lógico interno el PLC puede trabajar actuando sobre los accionadores de la instalación.[28]

#### **2.2.16.1 Campos de aplicación**

La acelerada evolución de software y hardware hacen que el campo de acción de un PLC sea bastante amplio su mayor campo de aplicación son en procesos industriales donde es necesario controlar procesos.[29]

Las principales aplicaciones son:

- Señalización del estado de procesos
- Procesos de cambio continuo
- Procesos secuenciales
- Maquinas transfer

#### **2.2.16.2 Ventajas de Autónomas programables**

De acuerdo con el amplio mercado de autónomas programables son distintas las ventajas que brindan de acuerdo con sus especificaciones.[29]

Se va a tomar en cuenta las autónomas programables de gama media los cuales brindan las siguientes ventajas:

- ✓ Costo de mano de obra económico
- ✓ Posibilidad de controlar varias máquinas con un mismo autónomo
- ✓ Como el cableado es reducido hay un menor tiempo de funcionamiento del proceso
- ✓ No tiene que dibujar un esquema
- ✓ No hay que simplificar ecuaciones lógicas ya que la memoria del módulo es lo suficientemente grande
- ✓ Mínimo espacio de ocupación
- ✓ Economía de mantenimiento
- ✓ Puede ver y detectar fallas en la misma máquina[29]

#### **2.2.16.3 Desventajas de Autónomas programables**

- ✓ La desventaja es que necesita un programador por lo cual la empresa debería capacitar a un técnico en tal sentido.

- ✓ El costo inicial para poner en marcha una autónoma programable ya que algunas empresas no cuentan con dinero guardado si no les tocaría ver la manera de conseguir el dinero.[29]

#### 2.2.16.4 Funciones de un PLC

Tabla 2.8: Funciones de un PLC [30]

<b>FUNCIONES</b>	<b>DETALLE</b>
DETECCIÓN	Lectura de la señal de los captadores
MANDO	Enviar las acciones al sistema por medio de accionadores y pre accionadores
PROGRAMACIÓN	Permite modificaciones incluso cuando la autónoma este controlando la maquina
REDES DE COMUNICACIÓN	Permite comunicarse con diversas partes de control a tiempo real
SISTEMA DE SUPERVISIÓN	Se realiza por red industrial así el autómata puede comunicarse con programas de supervisión industrial
CONTROL DE PROCESOS CONTINUOS	Posibilidad de ejecutar reguladores PID que se encuentren programados en la autónoma.
ENTRADAS-SALIDAS	No siempre están en el armario de la autónoma también se pueden conectar por cables de red
BUSES DE CAMPO	Utilizando un solo cable de comunicación se puede conectar al bus captadores y accionadores

#### 2.2.17 Programas para la simulación de procesos

Existen diversos software dedicados a la simulación de procesos a continuación se mencionan algún software encontrado:

- **HYSYS**

Es un programa interactivo centro en la ingeniería y simulación de procesos que se puede utilizar para resolver todo tipo de problemas de procesos químicos. Este programa cuenta con

un interfaz muy amigable además de poder utilizar operadores lógicos y herramientas que soportan la simulación de los procesos. Este es un operador bidireccional porque la información fluye en las diferentes vías (ida y vuelta), de esta manera puede calcular las relaciones de flujo de una entrada a otra a partir de las condiciones de flujo de salida sin tener que calcularlas repetidamente. Tiene entornos de simulación modulares de estado estacionario y de estado dinámico.[30]

- **ProModel**

Es un programa de simulación de procesos industriales capaz de simular todo el tipo de procesos de fabricación, logística y manejo de materiales e incluye una excelente simulación de fábricas, grúas requeridas, cintas transportadoras etc. Es posible crear un modelo informático de todo el proceso de fabricación y una vez terminado el proceso se puede determinar el tiempo de teoría, no solo nos permite tomar decisiones si no también indicar como optimizar procesos. Corre bajo el sistema operativo Windows y sus requerimientos mínimos son un procesador 486, 32 MB de RAM, 2 MB de espacio en Disco Duro.[31]

- **FlexSim**

Es un software de simulación de eventos discretos que ayuda a modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, desde la fabricación hasta las cadenas de suministros. Además FlexSim es un programa que permite construir desde cero el modelo desarrollado y ejecutar la simulación en 3D. Hoy en día los líderes de la industria utilizan el software de simulación FlexSim para ejecutar los procesos de fabricación antes de la ejecución. Actualmente hay muchas personas involucradas en este proyecto y su uso es muy popular en Estados Unidos y México.[32]

- **LabVIEW**

Es un software que proporciona un potente entorno de desarrollo grafico para diseñar aplicaciones técnicas para la recopilación de datos, el análisis de medidas y la visualización de datos a través de lenguajes de programas, sin ser necesarios lenguajes de programación completos.[33]

- **USIM PAC**

Es un software de modelado y simulación de procesos para el diseño, análisis y optimización de procesos industriales, USIM PAC realiza balanceo de masas, modelado y simulación de todos los flujos unitarios y operaciones en una planta de proceso en una sola interfaz.[34]

USIM PAC es un software de ingeniería patentado, se basa en propiedades detalladas y configurables del material. Esto los hace idealmente adecuados para manipular solidos complejos y mezclas que distan mucho de ser sustancias puras.[34]

### **Análisis de los programas de simulación**

Luego de conocer sobre cada uno de los softwares mencionados se tomó en cuenta al software FlexSim ya que es un software fácil de utilizar, en el cual se puede configurar, hacer cambios en los procesos e ir buscando la mejor alternativa para la mejora de procesos y producción, permite tomar decisiones precisas para la empresa también posee grandes ventajas al realizar la simulación y procesos de logística, lo cual es una gran ventaja ya que el trabajo de titulación tiene como objetivo buscar alternativas para la mejora de los procesos realizando cambios en los procesos, configuraciones de tiempos etc. , cabe mencionar que FlexSim fue la primera alternativa ya que el programa se ha conocido en la Universidad dentro de las cátedras impartidas por los docentes.

#### **2.2.18 FlexSim**

El software FlexSim fue desarrollado por Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson. FlexSim permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación. Se enlistan algunas razones por las cuales FlexSim es una buena alternativa como herramienta en simulación, Su amplia sección de preconstruidos permite abordar situaciones mucho más complejas sin tener que escribir código de software.[35]

Es un programa de simulación que posibilita la visualización de operaciones y procesos de igual manera se puede realizar cambios en los procesos, manejo de materiales y manufactura de la manera más sencilla y rápida evitando altos costos que se dan al experimentar en el mundo real.[28]

El software se orienta a objetos lo que admite una mayor visualización del flujo de producción. Todo el proyecto se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además de permitir importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AutoCAD, ProE, Solid Works, Catia, 3D Studio, AC3D, Rivit, Google Sketch-Up, etc. Otra razón importante es que no sólo se pueden simular sistemas discretos, sino que también se admite la simulación de fluidos o modelos combinados continuo-discreto. La generación de distintos escenarios y condiciones variadas son fáciles de programar. Las distribuciones de probabilidad se pueden representar con

gran precisión en lugar de valores promedio para representar fielmente la realidad. Las gráficas, los reportes y todo lo que se refiere a los estadísticos se puede revisar a detalle.[35]

#### **2.2.18.1 Objetivo de FlexSim**

FlexSim es un software potente de simulación 3D el cual permite modelar y mejorar procesos o sistemas existentes o sugerido, ideal para la industria 4.0.[32]

#### **2.2.18.2 Ventajas de FlexSim**

- Es un potente software de simulación, creado desde cero para hacer que la simulación sea lo más fácil posible, sin sacrificar ni la más mínima función o atractivo visual.[32]
- Puedes crear modelos atractivos y detallados que brindan resultados y, al mismo tiempo, tener un impacto de una forma que las hojas de cálculo o los gráficos nunca podrían hacerlo, y puedes hacerlo todo en solo minutos con los controles de arrastrar y soltar y las funciones fáciles de usar.[32]
- Visualización en 3D
- Toma de decisiones rápidas
- Datos en tiempo real
- Manipulación directa
- Personalización
- Planificación de escenarios
- Presentación graficas de datos
- Importación y exportación de datos
- Análisis visual
- Control del proceso
- Evita altos costos, tiempo, riesgos que implica el experimentar en el mundo real[32]

#### **2.2.18.3 Aplicaciones de FlexSim**

FlexSim ha contribuido con aplicaciones de clase mundial en temas de salud, sistemas de logística tales como operaciones de contenedores en puertos, simulaciones distribuidas en varios equipos dentro de una empresa manufacturera, en la minería, en centros aeroespaciales e incluso se ha adaptado a la industria del servicio hoteles, hospitales, supermercados, o muchas otras industrias para simular la administración y operación de los recursos humanos.[35]

### **3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 METODOLOGÍA**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

###### **3.1.1.1 DESCRIPTIVA**

Este proyecto es de carácter descriptivo ya que se determina el estado actual de la empresa láctea Gavilánez. Esto le permite realizar una propuesta de automatización del proceso de producción de queso fresco.

##### **3.1.2 Método de investigación**

###### **3.1.2.1 MÉTODO INDUCTIVO**

Este método permite analizar visualmente el proceso de producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez para obtener más información sobre las características y los requisitos necesarios para desarrollar una propuesta de automatización en su línea de producción, esto a su vez ayudará a centrar la investigación en varios eventos del mundo real, lo que permitirá comprender el porqué de las cosas, permitiendo sacar conclusiones persuasivas a partir de varias premisas.

##### **3.1.3 Técnicas**

###### **3.1.3.1 OBSERVACIÓN**

Esta técnica permitió conocer la realidad actual de la observación directa de los objetos y fenómenos que fueron estudiados dentro de la empresa láctea Gavilánez.

###### **3.1.3.2 ENTREVISTA**

Una encuesta es un proceso que te permite obtener esta información de un número importante de personas involucradas en la empresa láctea Gavilánez mientras examinas los temas que generan subjetividad.

### **3.1.3.3 TÉCNICAS BIBLIOGRÁFICAS**

Este método permitió revisar material bibliográfico existente de diversas fuentes sobre el tema en estudio, lo que ayuda a recopilar información de otros trabajos de investigación. Esto se debe a que es uno de los pasos clave en cualquier investigación e implica la selección de fuentes de información.

### **3.1.4 Instrumentos**

#### **3.1.4.1 FICHA DE OBSERVACIÓN**

Se utilizaron modalidades de observación como herramientas de recopilación de datos relacionados con objetivos específicos de identificación de variables específicas.

#### **3.1.4.2 CUESTIONARIO**

Los cuestionarios son "un medio útil y eficaz para recopilar información en un período de tiempo relativamente corto". Al construirlo se pueden considerar preguntas cerradas, preguntas abiertas o preguntas mixtas.

#### **3.1.4.3 ANÁLISIS DOCUMENTAL**

El análisis de documentos es un conjunto de operaciones encaminadas a presentar un documento y su contenido en un formato diferente al original con el fin de asegurar su posterior recuperación e identificabilidad.

## **3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **3.2.1 Sustentación en base al Objetivo 1**

Caracterizar el proceso y grado de automatización que existe actualmente en el proceso de producción de queso fresco mediante visitas Insitu a la empresa Gavilánez para analizar la situación actual de la misma.

Según la ley 1474 del 2011 le confirió la facultad al gobierno para reglamentar los rangos para clasificar los tipos de empresas según el volumen de empleados es por ello que la empresa Gavilánez es considerada microempresa, ya que las microempresas tienen de 1 a 9 empleados y la empresa Gavilánez está dentro del rango ya que tiene 2 empleados, es importante conocer

que las micro empresas no deben tener activos mayores a 500 salarios mínimos mensuales legales vigentes dentro de los cuales no se suma la vivienda familiar.[36]

### Aplicación de los instrumentos para el diagnóstico.



Figura 3.1: Aplicación de instrumentos para el diagnóstico

#### 3.2.1.1 Entrevista

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Entrevista:** Instrumento para obtener información relevante para la propuesta de automatización en el proceso de producción de queso fresco en la empresa láctea Gavilánez

**Objetivo:** Recolectar información necesaria para la generación de una propuesta de automatización en la línea de producción de quesos frescos para reducir costos en la empresa láctea Gavilánez.

**Indicación:** Responda atentamente cada una de las interrogantes que se le presenta a continuación:

**Nombre:** Sr. Nelson Gavilánez

**Lugar y fecha:** San José de Camarón 15 de Junio del 2022

**Cargo que desempeña:** Gerente

1. **¿Conoce usted sobre la Industria 4.0.?**

No

2. **¿La empresa cuenta con maquinarias y herramientas especializadas para todos los procesos de la elaboración del queso fresco?**

No

**3. ¿Conoce usted sobre la Automatización de los procesos?**

No

**4. ¿En el área de producción de su empresa cuantos procesos cuentan con automatización?**

Ninguno

**5. ¿Cree usted que si su empresa contara con procesos automatizados tendría una mejor productividad?**

Si

**6. ¿Le gustaría implementar a su empresa procesos automatizados?**

Si

**7. ¿Cuál es su lote de producción diaria?**

250 quesos

**Análisis de la entrevista**

Mediante la entrevista realizada se obtuvo los siguientes datos:

**Pregunta 1:** El señor Nelson no conoce sobre la industria 4.0 ya que es una persona de edad que se dedica a la producción de queso fresco de forma artesanal y en el campo el internet es ilimitado.

**Pregunta 2:** Se conoció que la empresa no cuenta con equipos y elementos idóneas para cada uno de sus procesos ya que ellos realizan la producción de manera artesanal utilizando baldes plásticos, telas, mallas etc. Lo cual puede generar problemas de higiene en el proceso.

**Pregunta 3:** El señor Nelson menciona que no conoce acerca de la automatización de procesos, por lo cual se procedió a explicarle de que se trata, luego supo manifestar que había visualizado en empresas del cantón Babahoyo que tienen su proceso industrializado pero que no había pensado en automatizar su producción ya que él está bajo en conocimientos de tecnología.

**Pregunta 4:** Se conoció que la empresa no cuenta con ningún proceso controlado con tecnología, ellos controlan sus procesos de manera intuitiva ya saben más o menos el tiempo que demoran en cada uno de sus procesos y están pendientes controlando el proceso.

**Pregunta 5:** Luego de haberle explicado al Señor Gavilánez sobre la automatización, el señor está de acuerdo en que si automatiza su producción puede mejorar ya que tendría un control exacto en cada uno de sus procesos y la disminución de tiempo de producción a comparación del tiempo que se demora en la actualidad de manera artesanal.

**Pregunta 6:** El Señor Gavilánez comenta que si le gustaría implementar la automatización en sus procesos para mejorar su productividad.

**Pregunta 7:** Se conoció que la producción diaria de la empresa actualmente es de 250 quesos por lo que ellos se demoran 6 horas en su tiempo de ciclo lo cual retrasa pedidos y quedan mal con los clientes y es por ello por lo que no pueden alzar su producción diaria por el motivo del tiempo y que pierden mercado por el retraso de pedidos.

Cabe mencionar que el Señor Gavilánez está dispuesto a realizar cambios en su proceso de producción ya que mediante los datos obtenidos todos los procesos de producción se realizan de forma manual, careciendo de varios elementos y equipos para realizar los procesos de manera eficiente.

### 3.2.1.2 Observación de campo

Se realizó la visita insitu a la empresa Gavilánez en la Provincia Bolívar donde fui parte de todo el procedimiento para la producción del queso fresco en el cual se pudo observar y analizar los problemas que existen en la empresa a continuación se muestran imágenes reales de la empresa. Como se muestra en la figura 3.2 tenemos la llegada de la materia prima a la empresa. Esta entrega lleva el señor Gavilánez y un operario luego de ir recolectando la materia prima por los alrededores de la empresa.



Figura 3.2: Recepción de materia prima

En la figura 3.3 se puede observar el proceso de desuerado en la empresa, visualizando la manera artesanal como se realiza el proceso utilizando mallas y baldes de plástico para sacar el suero y vaya quedando solo la masa del queso.



Figura 3.3: Desuerado de la fabricación de quesos

### **3.2.1.3 Analizar el proceso de producción de queso fresco**

La fabrica Productos Lácteos Gavilánez cuenta con una línea de producción de quesos frescos, área en la cual se centra la investigación.

El área, procesos y actividades que se desarrollan para la elaboración de queso fresco se describen a continuación.

#### **Recepción de materia prima**

Este paso es realizado por parte del dueño de la empresa y uno de los operadores de la empresa, ellos se dirigen en la camioneta de la empresa hacia las afueras del pueblo a recoger la leche en la casa de cada uno de los proveedores como se puede observar en la figura 3.4 ese recorrido lo hacen todos los días durante 90 minutos más o menos y se dirigen a la empresa para seguir con el proceso del queso fresco.



Figura 3.4: Recepción de materia prima

### **Almacenamiento de materia prima**

En esta área se lleva a cabo la actividad de almacenamiento de materia prima la cual es enviada desde el tanquero hasta una olla de acero inoxidable, la materia prima es enviada por una manguera plástica la cual se muestra a continuación en la figura 3.5 y allí se puede observar que el tratamiento que le dan a la leche es poner una tela blanca en la olla para cernir las impurezas que pueden llegar en la leche.



Figura 3.5: Almacenamiento de materia prima

Como se puede observar en la figura 3.6 el proceso de tratamiento de la leche se realiza creando un filtro de impurezas que puede llegar en la materia prima, como se ve en la imagen este proceso lo realizan con la ayuda de un corte de tela la cual sirve como cernidor de las impurezas.



Figura 3.6: Filtro de impurezas

### Cuajado de leche

En esta área se realiza el cuajo de la leche, allí en esta instancia una vez que la leche se encuentra en la olla de acero inoxidable se procede a verter el cuajo vegetal utilizado en la empresa para el proceso del cuajo como se muestra en la figura 3.7.



Figuras 3.7: Cuajo Vegetal

Después de este proceso mezclan muy bien el producto con la materia prima y dejan reposar la leche hasta que tenga una apariencia espesa como se muestra en la figura 3.8 donde podemos ver que la materia prima cuenta con la apariencia necesaria, una apariencia sólida y está lista para el siguiente proceso.



Figura 3.8: Proceso de cuajo

### **Corte y Batido**

En este proceso se procede a cortar la cuajada utilizando el instrumento de corte llamado lira, realizando cortes de manera vertical y horizontal como se puede observar en la figura 3.9 y procedemos a mover la cuajada para que de esa manera sea más fácil el desuerado cabe mencionar que el desuerado realizado en este proceso no es el único es necesario desuerarlo dos veces para una mejor contextura en el queso.



Figuras 3.9: Corte y Batido

### **Desuerado**

El desuerado en la empresa lo realizan utilizando un recipiente plástico con el cual hacemos fuerza hundiéndolo en la mezcla y así poder sacar el suero como se muestra en la figura 3.10 una vez hecho este procedimiento, como se muestra en la figura 3.11 llevamos el recipiente lleno de suero hasta un tanque el cual es utilizado para almacenar el suero de la leche en la parte de debajo de la empresa donde existen tanques plásticos donde se va llenando el suero. Este procedimiento se repite las veces que sean necesarias hasta dejar la masa del queso totalmente solida cabe mencionar que el suero es utilizado para intercambiar con materia prima.



Figura 3.10: Proceso de desuerado



Figura 3.11: Almacenamiento de suero

### **Llenado y Moldeo del queso**

En este paso se procede a verter la masa del queso en los moldes cilíndricos como se pueden observar en la figura 3.12 cabe mencionar que los moldes utilizados en la empresa tienen una capacidad para 500gr, una vez que se llenan los moldes se deja reposar hasta que el suero siga bajando y así seguir llenando los moldes hasta completar para que puedan tener una consistencia compacta en los quesos sin tanto suero.

Como se muestra en la figura 3.13 una vez terminado el proceso de llenado del queso se deja reposar un tiempo y luego se utiliza la fuerza haciendo presión a los moldes para de esa manera prensar los quesos luego de eso proceden a retirar los moldes para seguir con el proceso



Figura 3.12: Llenado del queso en los moldes



Figura 3.13: Moldeo del queso

### **Salado del queso**

En este proceso se vierte los quesos en una olla de acero inoxidable llena de salmuera como se muestra en la figura 3.14 y se deja reposar por un tiempo de 1 hora y luego se retiran para proceder con el último paso de la producción.



Figura 3.14: Salado del queso

### **Empaque y Almacenamiento del queso**

En este último paso se procede a sacar los quesos de la salmuera a la mesa de acero inoxidable para dejar estilar por un tiempo luego como se visualiza en la figura 3.15 se procede a enfundar los quesos y almacenarlos en los congeladores para la venta y distribución del mismo ya que cabe mencionar que los quesos deben mantenerse en refrigeración para preservar su calidad.



Figura 3.15: Empaque del queso

#### **3.2.1.4 Identificar los problemas en el proceso de producción.**

##### **Diagrama de ISHIKAWA**

Es la principal herramienta utilizada porque presenta la relación entre la calidad y los factores de intervención para determinar causa y efecto de los eventos, una vez analizados los puntos considerando lo que la empresa requiere y así de esta forma se puede visualizar las causas de forma detallada y ordenada.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta gráfica para representar los procesos de una empresa a partir de sus causas y sus efectos. Permite identificar los problemas productivos y organizacionales desde sus raíces y propicia el trabajo en equipo en el momento de proponer soluciones.

Por su gran capacidad de análisis y su eficacia en la búsqueda de las causas de los errores y problemas de una empresa u organización, es una herramienta de especial utilidad en todas las industrias.

El esquema recibe su nombre del químico industrial Kaoru Ishikawa, quien desarrolló diversos sistemas teóricos sobre el control de calidad, campo en el que se especializó, y se dio su implementación en las industrias. Por lo tanto, al utilizar este tipo de gráfica se busca tanto facilitar la identificación de los problemas que afectan a toda una línea de producción o la coordinación de los equipos, como verificar la calidad de los procesos.

### Problemas encontrados en orden y limpieza

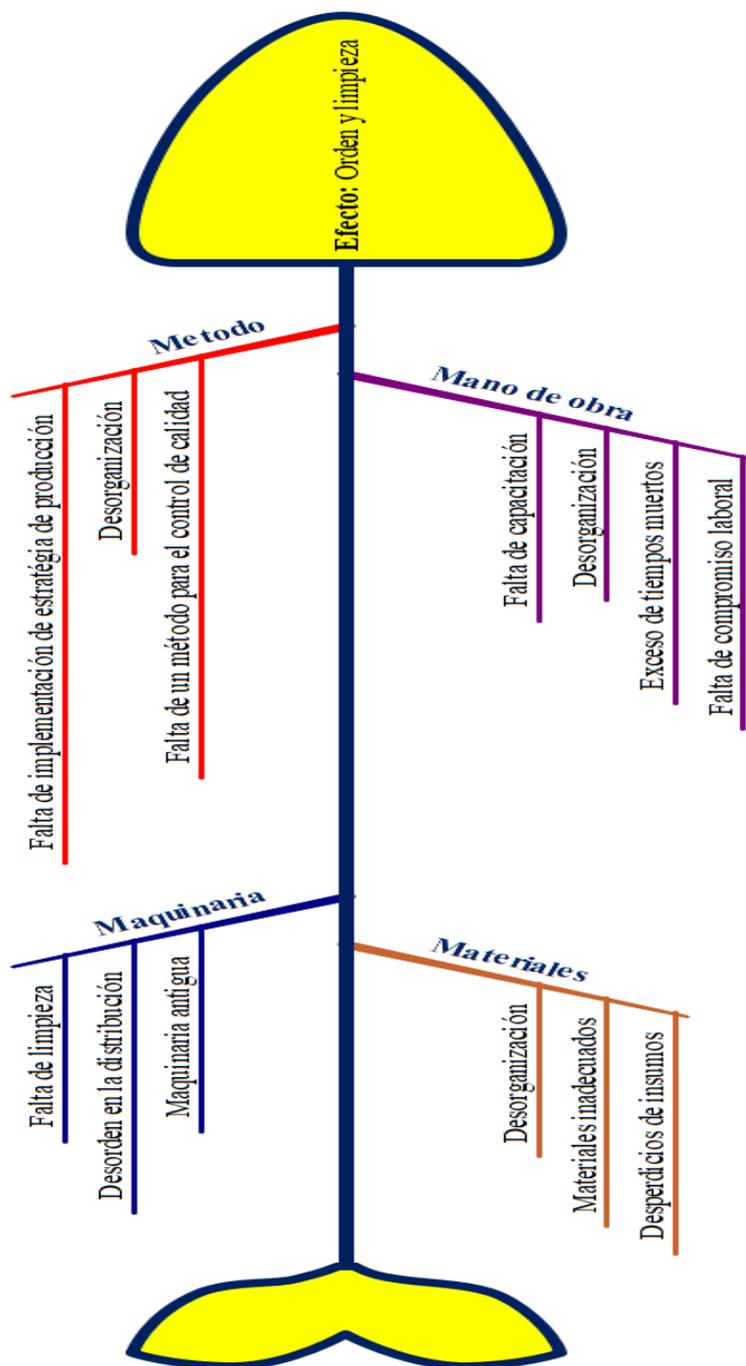


Figura 3.16: Diagrama de Ishikawa de orden y limpieza en la empresa “Gavilánez”

### Problemas encontrados en textura del queso

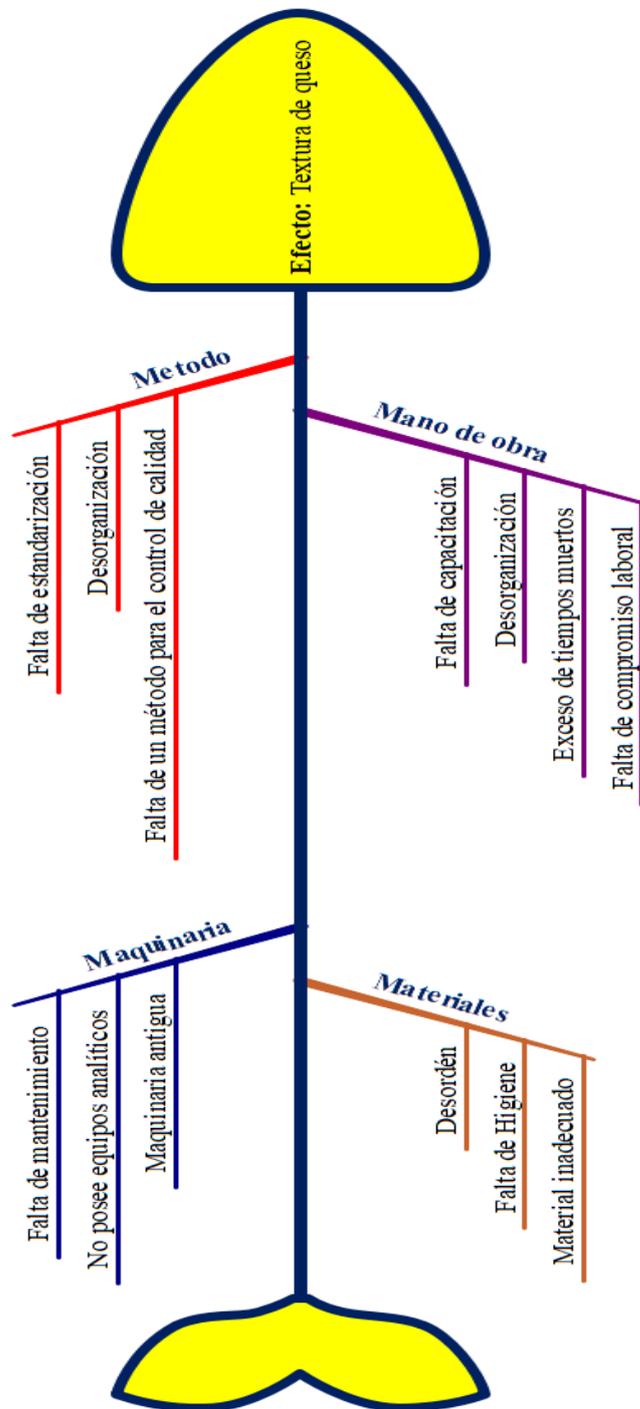


Figura 3.17: **Diagrama** de Ishikawa de textura de queso en la empresa “Gavilánez”

### Problemas encontrados en la variabilidad en moldeo del queso

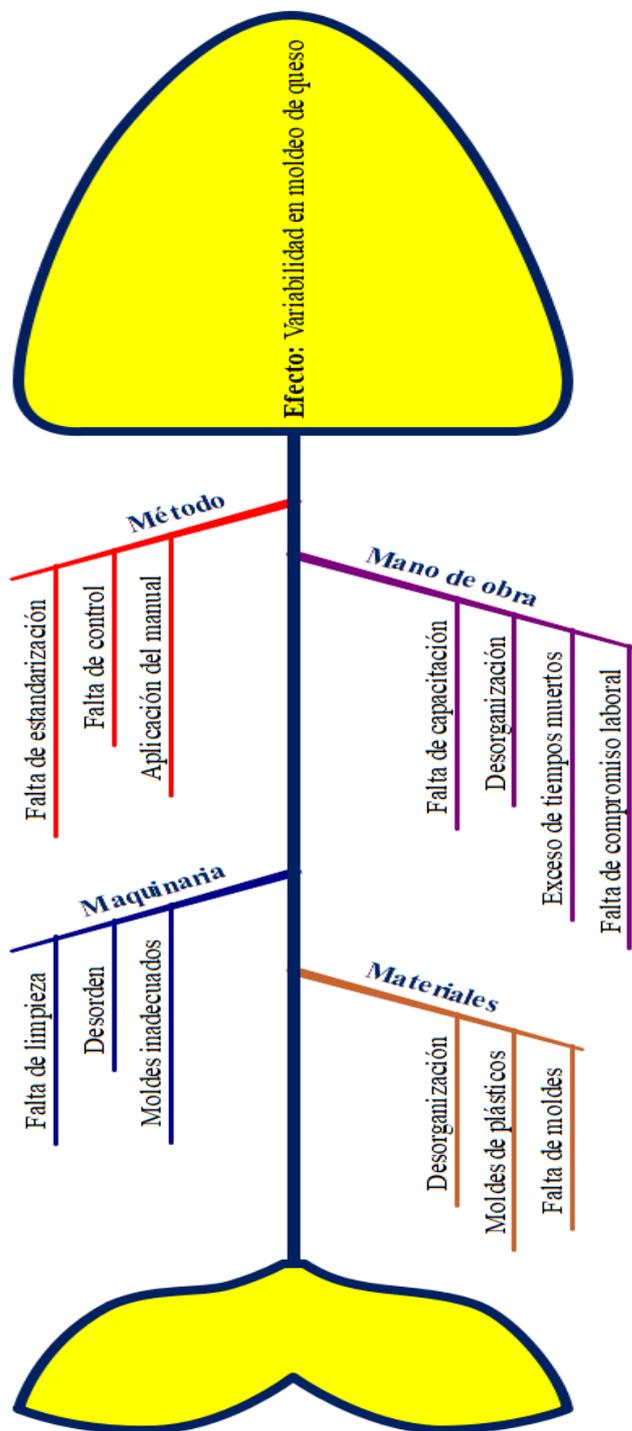


Figura 3.18: Diagrama de Ishikawa de variabilidad en moldeo de queso en la empresa “Gavilánez”

### Problemas encontrados en variabilidad en el prensado de queso

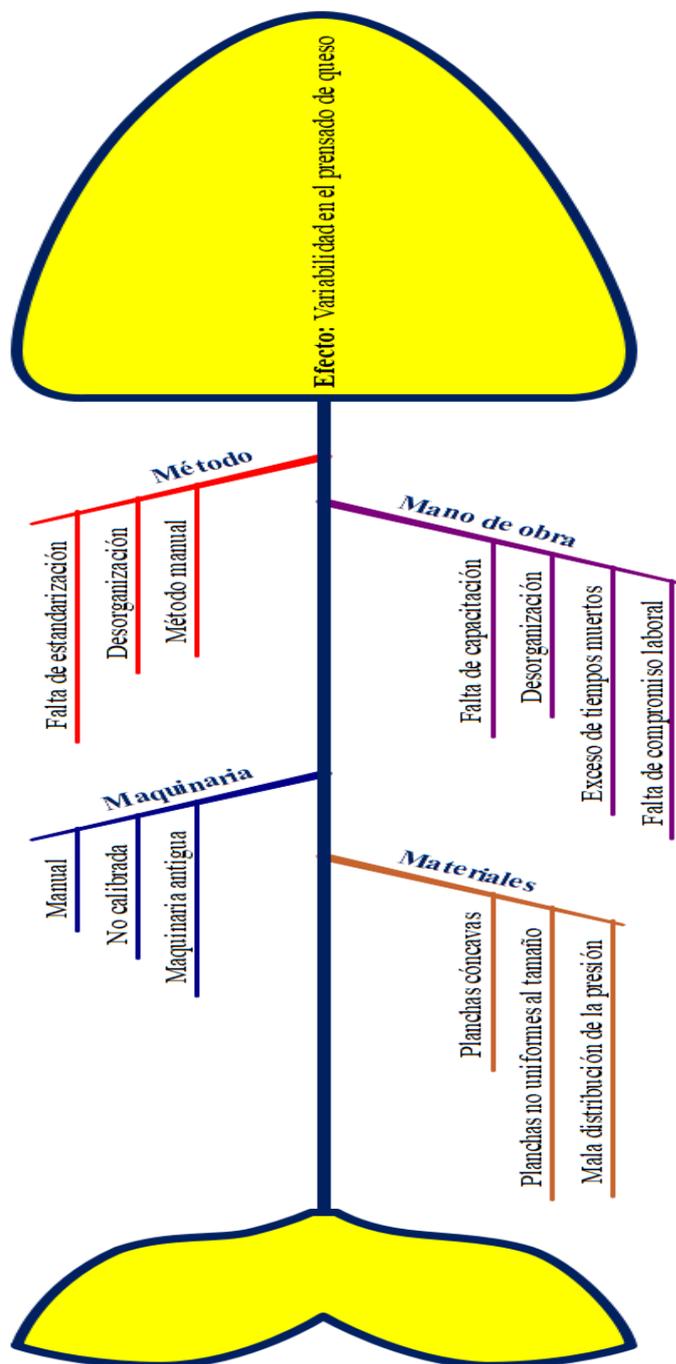


Figura 3.19: Diagrama de Ishikawa de variabilidad en el prensado de queso en la empresa “Gavilánez”

### Problemas encontrados tiempos muertos

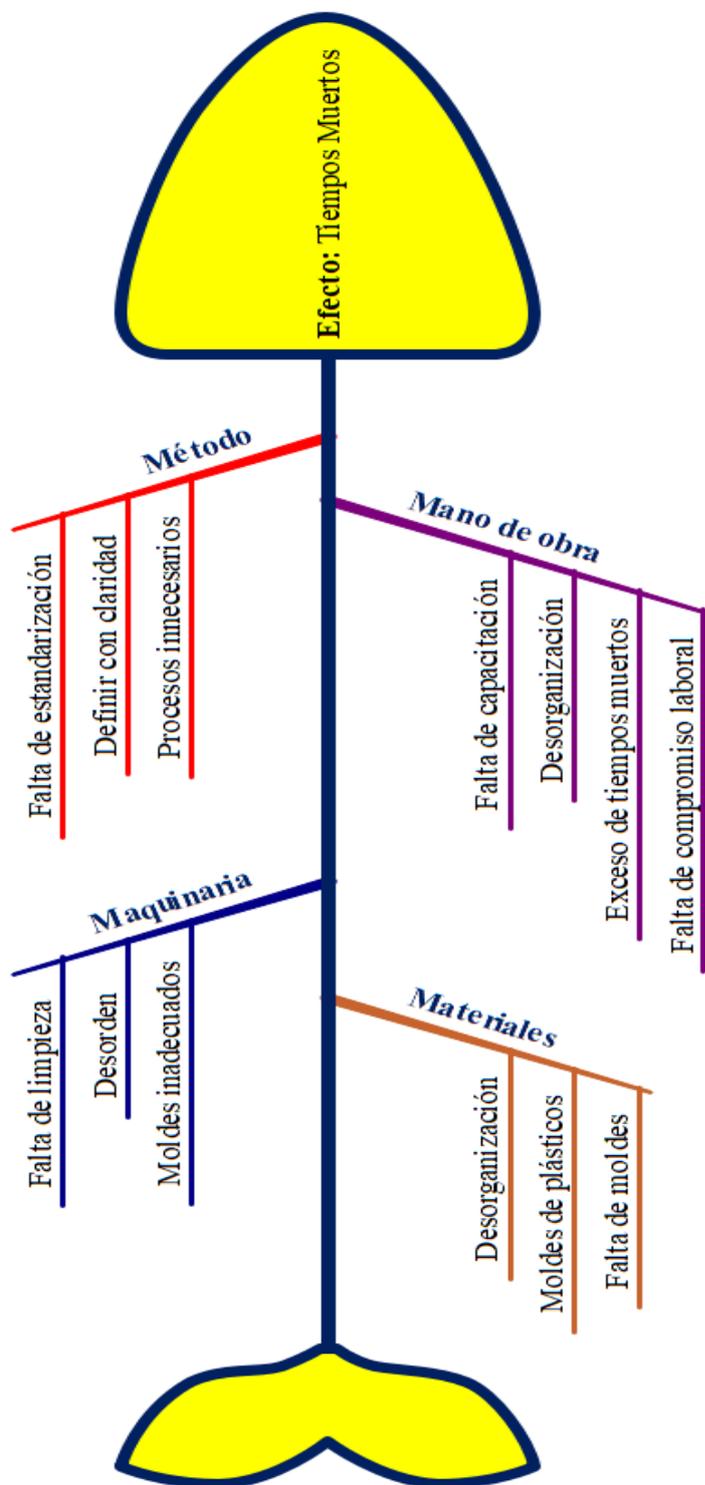


Figura 3.20: Diagrama de Ishikawa de tiempos y muertos en la empresa "Gavilánez"

### 3.2.1.5 Realizar el diagrama de flujo y de procesos.

A continuación se muestra en la figura 3.21 el diagrama de flujo actual de la empresa Gavilánez, en el cual se puede evidenciar que no cuenta con el proceso de pasteurización ya que en la empresa no se realiza dicho proceso.

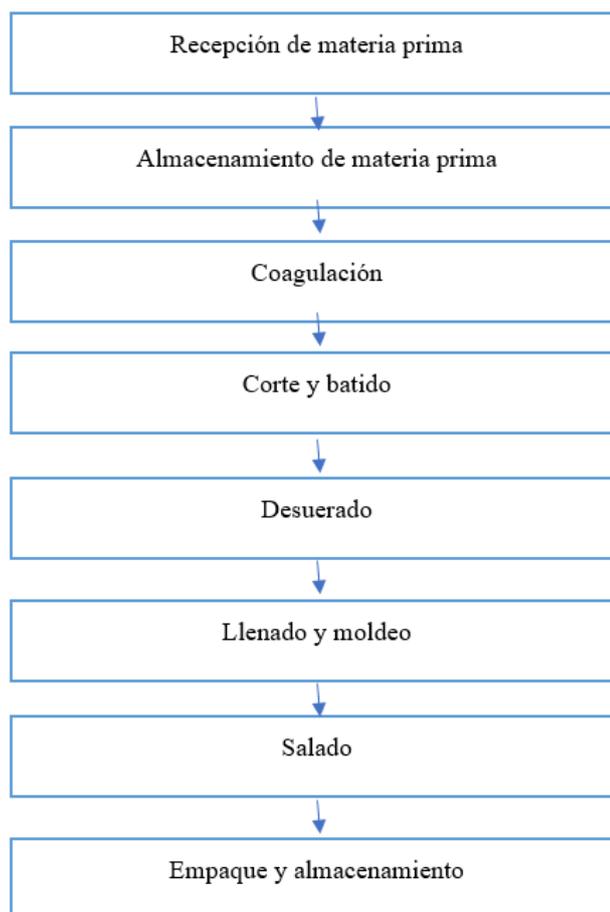


Figura 3.21: Diagrama de Flujo Fabricación de queso fresco

### **Análisis del proceso de producción y problemas que existen actualmente en la línea de producción.**

Al realizar la observación en campo se conoce que la forma empírica como se establecen los procesos operativos no garantiza con la producción oportuna, lo que influye en el incumplimiento de las entregas de los productos y posterior insatisfacción de los clientes.

Otro de los problemas encontrados es que no existe mejora continua en los procesos, el problema de no tener un proveedor fijo trae consecuencias en el tiempo de ciclo de producción en la empresa.

La mala ubicación de los equipos en el área de producción es otro de los problemas ya que no permite que el operario trabaje con agilidad retrasa sus operaciones, la falta de orden y limpieza es otro de los problemas lo cual genera que la producción tenga bajos estándares sanitarios de producción.

Los tiempos muertos en la producción es de máxima relevancia ya que por ese motivo el tiempo de ciclo de producción es elevado y causa problemas de entregas de pedidos y los operadores en ese tiempo no hacen nada y eso genera pérdidas para la empresa.

### **3.2.1.6 Ley de Gestión Ambiental**

La ley de Gestión Ambiental 14001 considera que es necesario construir un sistema de gestión ambiental SGA para orientar, implementar y evaluar acciones, gestionar y mitigar los aspectos ambientales que causa la producción en las empresas lácteas y así aumentar la conciencia de los colaboradores de la empresa para cumplir la normativa aplicable.[12]

Las principales fuentes de contaminación que genera la producción del queso son:

- Vertido de salmuera generado en la producción.
- Condensados de vapor después del uso de marmitas generando un incremento de temperatura en aguas residuales.
- Lavado de equipos con productos químicos.
- Vertimiento de suero directamente a las alcantarillas.
- Derrame de leche generado en las descargas.
- Fugas en los tubos.[12]

La certificación ISO 14001 es conocida en las Industrias ya que permite a las empresas mejorar la forma en que reducen su impacto ambiental y generan beneficios internos al mejorar el uso de recursos, reducción de materia prima y energía o la mejora de gestión de recursos.[12]

El propósito de la certificación 14001 es apoyar a la adopción de planes de gestión ambiental en cualquier organización del sector público o privado, los estándares ISO se puede usar como herramientas para proteger el medio ambiente en todas las áreas de las Industrias.[12]

### 3.2.1.7 Herramienta HADA – Grado de Automatización

La Herramienta HADA es una herramienta de autodiagnóstico digital avanzada la cual permite realizar un cuestionario a las empresas para llegar al análisis y valoración de su estado de madurez digital.



Figura 3.22: Herramienta HADA

Como se puede observar en la figura 3.22 HADA es la herramienta en la cual se va a conocer el grado de automatización del proceso de producción de queso fresco en la empresa Gavilánez la cual ayudo a obtener los siguientes resultados:

El presente informe establece el resultado de las respuestas compartidas en el cuestionario, y permitirá verificar el nivel de madurez digital de la empresa en comparación con ejemplos claves, así como con empresas de su mismo sector, tamaño etc.

Se observa las valoraciones que la empresa ha alcanzado en cada uno de los cinco factores de evaluación. El porcentaje que se observa hace referencia al nivel de madurez digital de su organización con respecto al modelo de madurez elaborado por la Secretaría General de Industria y de la PYME:

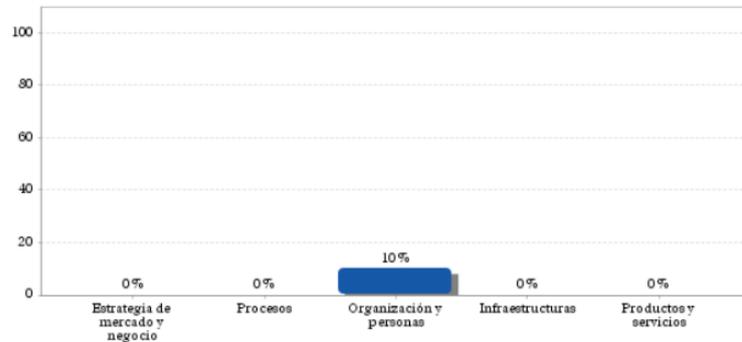


Figura 3.23 Resumen de resultados – 5 factores

Como se observa en la figura 3.23 la empresa Gavilánez tiene un porcentaje del 10% en base a organización y personas dentro de la empresa, mientras que en estrategia de mercado y negocio, procesos, infraestructura, productos y servicios tiene un porcentaje del 0% ya que no les dan importancia a estos factores antes mencionados.

A continuación, se visualiza la evaluación del nivel de madurez digital de la empresa, teniendo en cuenta las respuestas obtenidas en el cuestionario desarrollado por la Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa.



Figura 3.24: Nivel de madurez digital en la empresa Gavilánez

Lo cual nos muestra que la empresa está en un nivel estático lo cual indica que no cumple con ningún requisito de la industria 4.0 lo que muestra un nivel 0 ya que desconocen sobre la industria 4.0 o simplemente no le dan un grado de importancia.

Mediante la siguiente imagen se muestra un análisis comparativo del nivel de madurez de la empresa, con respecto a otras micropymes, de acuerdo con las respuestas dadas en la encuesta.



Figura 3.25: Benchmarking respecto a la media global

Como se muestra en la figura 3.25 la empresa Gavilánez tiene un nivel del 10% , mientras que otras micropymes están en un rango del 40% , como se puede observar en el factor de organización y personas la empresa genera un nivel del 10% mientras que en los otros aspectos tiene un nivel del 0%.

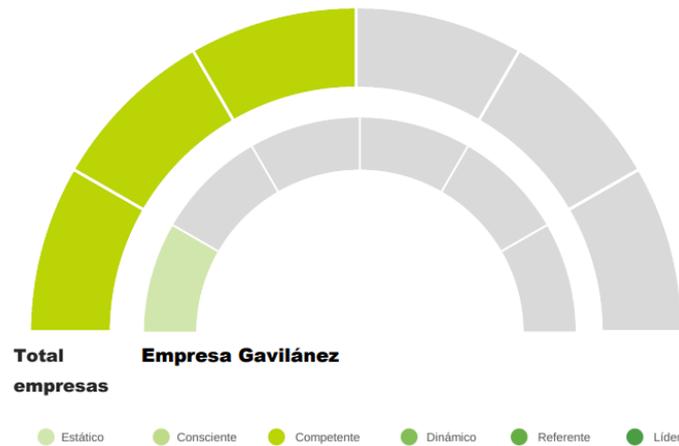


Figura 3.26: Informe de autodiagnóstico empresa Gavilánez

Una vez analizado el informe del autodiagnóstico de la empresa Gavilánez que se muestra en la figura 3.26 se determinó que la empresa está en un nivel estático por lo cual la empresa debería tomar las siguientes recomendaciones para el desarrollo de la misma.

- Digitalizar los procesos que requieran en la actualidad la utilización de documentación en papel, incorporándose dicha información, bien de manera manual por el personal o

bien de manera automatizada por los procesos y/o equipamientos, a los sistemas de información para la gestión digital de los procesos y equipamientos.

- Potenciar la motivación e implicación del personal para impulsar de forma proactiva un proceso de transformación a la industria 4.0.
- Promover y potenciar la recogida de datos acerca del uso de los productos y/o servicios, que permita disponer de información de valor para la toma de decisiones.
- Promover una mayor automatización de los procesos productivos, a través de soluciones de digitalización y robótica.[37]

### **3.2.2 Sustentación en base al segundo objetivo**

Proponer alternativas de automatización de los procesos mediante la utilización del software FlexSim para la disminución del tiempo de ciclo de producción de queso fresco.

De manera general se proponen cuatro alternativas de mejora del proceso mediante el uso de automatización y rediseño. Las alternativas son mutuamente exclusivas ya que representarán mejoras para el proceso, para el tiempo de ciclo y por ende para la empresa.

#### **3.2.2.1 Alternativas de Automatización para el proceso de producción de queso fresco**

Se realizará un estudio para determinar las ventajas creadas tanto en el proceso como en el producto utilizando la automatización del proceso de producción de queso fresco en la Empresa Gavilánez. Cabe mencionar que el enfoque del proyecto es la utilización de FlexSim para proponer las alternativas planteadas para la disminución del tiempo de ciclo que es lo que se busca mediante la automatización, es necesario conocer que FlexSim es un software de gran utilidad para plantear alternativas y buscar la mejor eficiencia para los procesos de producción de las empresas tomando una decisión segura mediante la simulación, ya que permite realizar cambios en los procesos, configuración de operarios, distancias en las áreas de trabajo etc.,

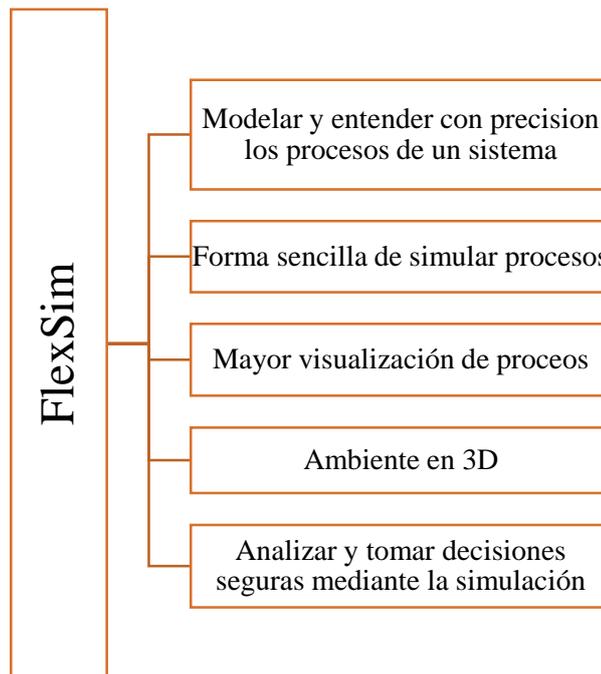


Figura 3.27: Enfoque FlexSim

Las alternativas se representan de la siguiente manera:



Figura 3.28: Automatización de procesos

### Alternativa A

En esta alternativa se propone la automatización de todos los procesos de producción de queso fresco, incluyendo el proceso de pasteurización el cual actualmente no se realiza en la empresa. Como se puede observar en la figura 3.29 se va a utilizar en la simulación a los dos empleados que laboran en la empresa actualmente.



Figura 3.29: FlexSim Alternativa A

### Alternativa B

En esta alternativa se propone la automatización de todos los procesos incluyendo el proceso de pasteurización que hoy en día no existe en la empresa, como se puede ver en la figura 3.30 se va a tomar en cuenta que uno de los operarios que laboran en la empresa sea más ágil en relación con el tiempo normal de cada operario en los procesos de producción de la empresa, de igual manera en la figura 3.31 se puede observar cual es la velocidad normal de los operarios y de esa manera observar la diferencia al simular la alternativa B

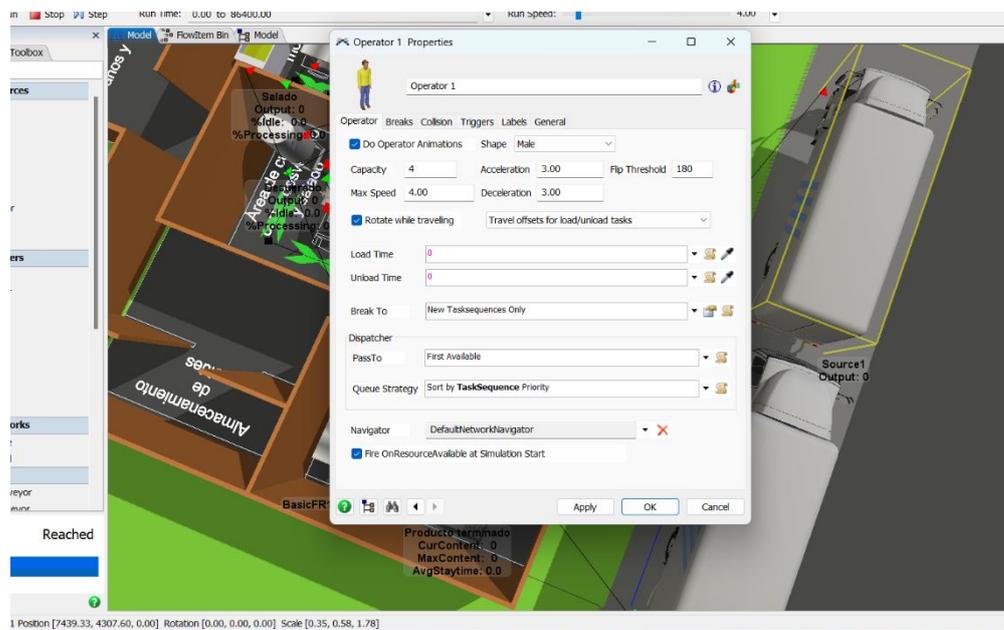


Figura 3.30: FlexSim Alternativa B – Agilidad del empleado

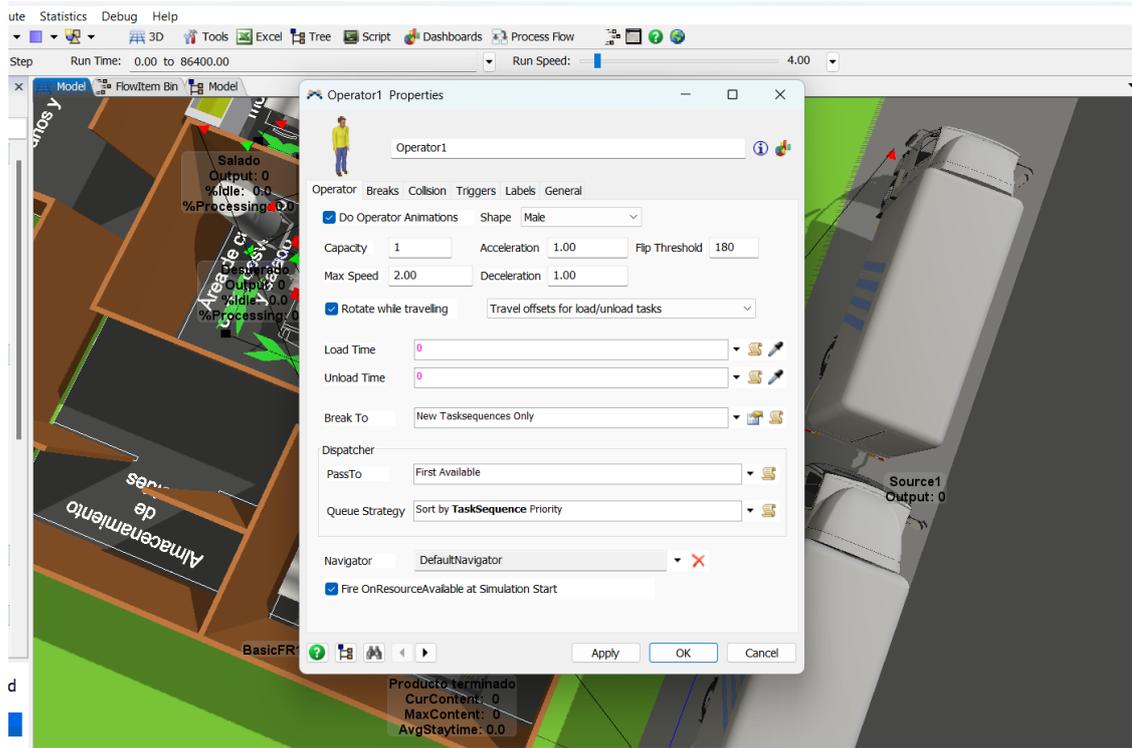


Figura 3.31: FlexSim Alternativa B – Velocidad normal de un operario

### Alternativa C

En esta alternativa se propone la automatización de todos los procesos incluyendo el proceso de pasteurización que hoy en día no existe en la empresa, como se puede observar en la figura 3.32 se va a tomar en cuenta que exista dos estaciones en forma paralela en el proceso de recepción de materia prima.

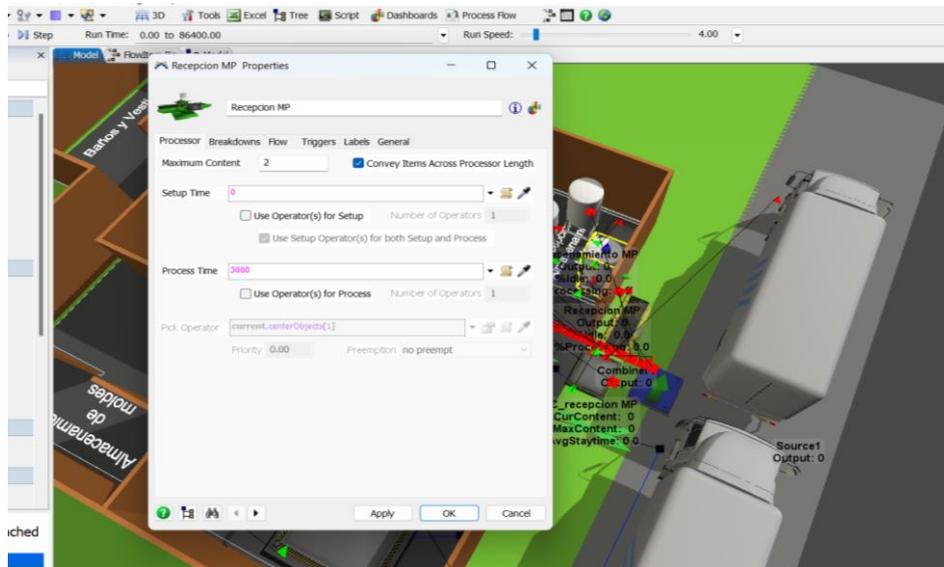


Figura 3.32: FlexSim Alternativa C – Utilización de dos estaciones

**Los principales beneficios de implementar nuestro sistema de automatización de procesos son:**

- Permiten alcanzar una mayor eficiencia del proceso.
- Control de las diferentes etapas y condiciones.
- Garantía de calidad del producto final.
- Ahorro en los costos generales de producción.
- Aumento de la seguridad y disminución de accidentes.
- Información en tiempo real del estado del proceso.
- Datos clave para una toma de decisiones oportuna y certera.

### Alternativa D

Esta alternativa implica el uso de mecanismos mecánicos y/o electromecánicos para mejorar el proceso existente y se propone la automatización de dos procesos de producción de queso fresco, como se puede observar en la figura 3.33 se va a incluir es el proceso de pasteurización y el proceso de coagulación.

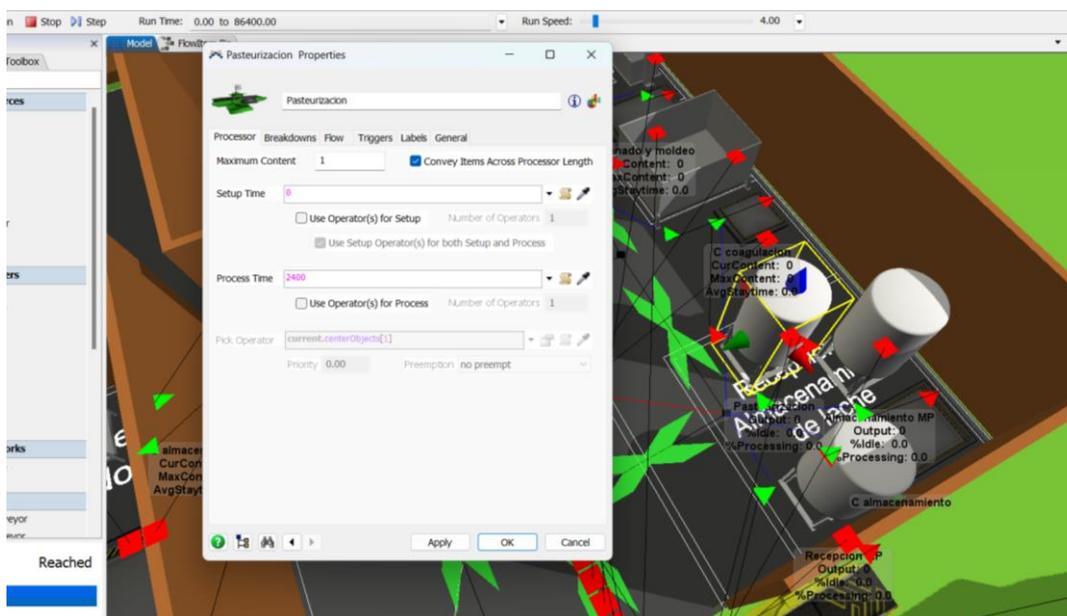


Figura 3.33: FlexSim Alternativa D – Proceso de pasteurización

Esta alternativa es más rápida de implementar, pero se deben considerar otros factores antes de decidir qué alternativa propuesta es la más adecuada.



Figura 3.34: Producción artesanal con mecanismos mecánicos

**Los principales beneficios de implementar nuestro sistema de automatización de procesos son:**

- Permiten alcanzar una mayor eficiencia del proceso.
- Control de las etapas automatizadas.
- La utilización de equipo existente
- Garantía de calidad del producto final.

### **3.2.3 Sustentación en base al tercer objetivo**

Escoger la propuesta más viable de automatización del proceso de producción de queso fresco mediante un análisis de cada una de las alternativas planteadas anteriormente para la disminución del tiempo de ciclo de producción de la empresa Gaviláñez, tomando en cuenta dos variables importantes el tiempo de ciclo de producción y la eficiencia de los procesos en cada una de las alternativas planteadas.

Antes de analizar las alternativas planteadas anteriormente, se tomó en cuenta la situación actual de la empresa Gaviláñez la cual se detalla a continuación.

#### **3.2.3.1 Situación Actual de la Empresa**

Tomando en cuenta que en la actualidad la empresa realiza un lote de producción diaria de 250 quesos de 500 gr, cabe mencionar que se utiliza 2 litros de leche para cada queso de 500 gr.

En la empresa se utiliza la operación de dos empleados para realizar el proceso de producción de queso fresco, ellos salen a ver la materia prima a los alrededores de la empresa el cual es un dato importante para el tiempo de ciclo de producción, cabe mencionar que este proceso lo hacen todos los días, un operario junto con el dueño de la empresa.

### Layout actual de la empresa

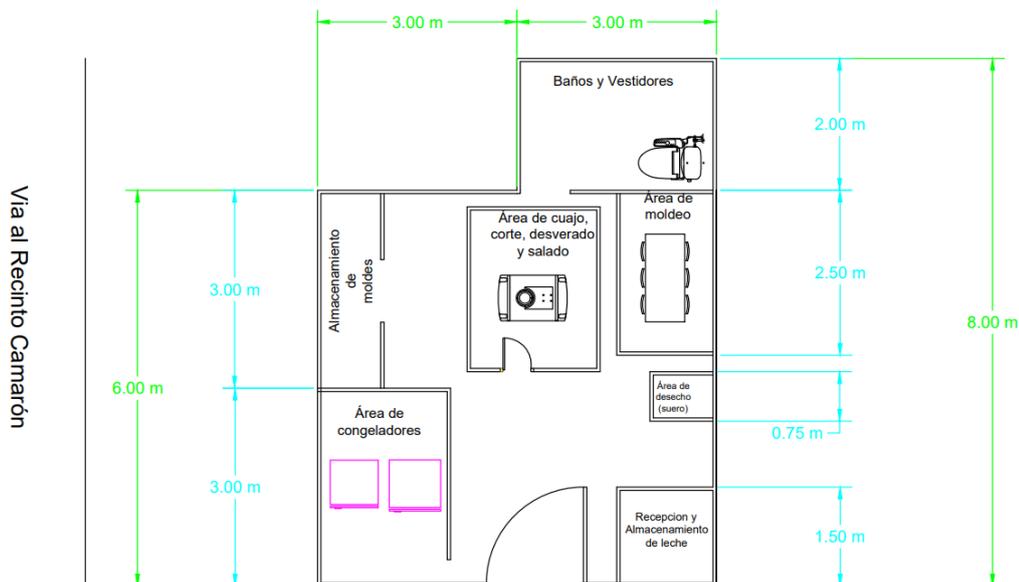


Figura 3.35: Layout Actual

La empresa desea realizar la automatización de su proceso de producción de queso fresco haciendo la inversión necesaria para poner en marcha la mejora continua de su empresa teniendo en cuenta que con la automatización se va a ahorrar tiempo.

Se realizó la simulación en FlexSim del proceso actual de la empresa como se muestra en la figura 3.35 teniendo en cuenta el diseño de la planta y los tiempos de cada uno de los procesos como se puede ver en la tabla 3.11 teniendo así un tiempo de ciclo para el lote de producción de 250 quesos de 360 minutos.

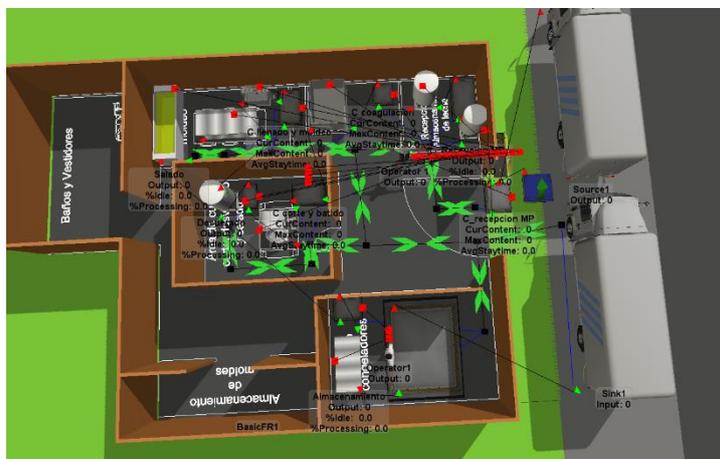


Figura 3.36: Proceso actual – Empresa Gavilánez

Como se muestra en la figura 3.36 no existe el proceso de pasteurización en la planta de producción actual de la empresa por lo cual se va a realizar un nuevo Layout con la implementación de este proceso.

Tabla 3.1: Tiempo de ciclo actual de la empresa Gavilánez

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO EN LA EMPRESA GAVILANEZ		
Proceso Manual	Tiempo Real (MIN)	Tiempo Real (S)
Recepción de materia prima	70	4200
Almacenamiento de materia prima	20	1200
Coagulación	55	3300
Corte y batido	40	2400
Desuerado	20	1200
Llenado y moldeo	30	1800
Salado	90	5400
Almacenamiento	15	900
<b>TOTAL</b>	<b>360</b>	<b>21600</b>

Cabe mencionar que estos tiempos son reales, situación actual de la empresa Gavilánez con su proceso de producción manual.

Se realizo de igual manera la simulación en FlexSim de la alternativa de automatización de los procesos de producción para el lote de producción de 250 quesos que es el lote actual que se realiza en la empresa, lo cual nos dio un tiempo de ciclo de 215 minutos tomando en cuenta que trabajan los dos empleados.

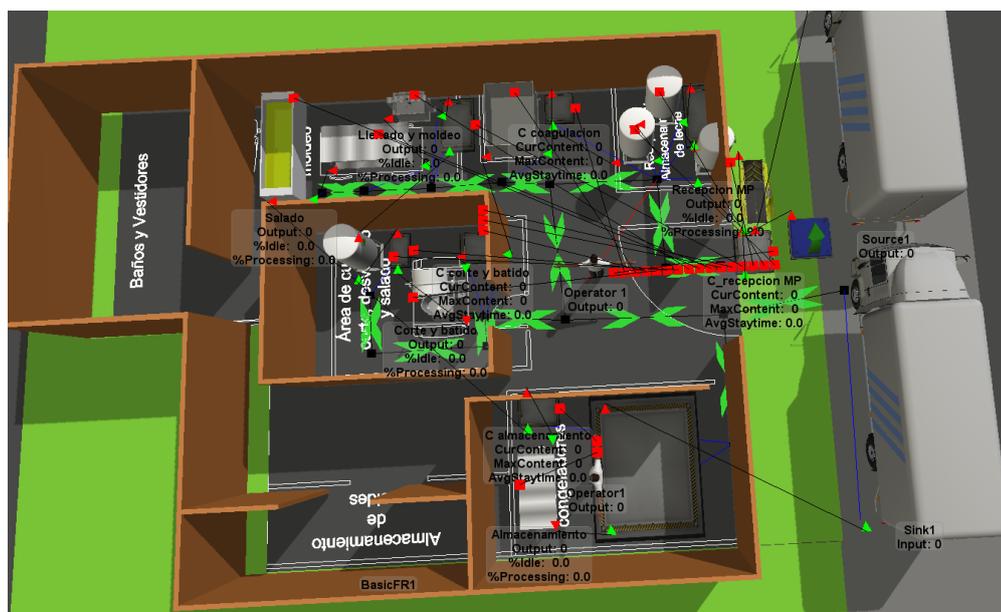


Figura 3.37: Simulación del proceso de producción automatizado

Tabla 3.2 Tiempos de producción de la Empresa Gavilánez 250 quesos

PROCESO AUTOMATIZADO	TIEMPO REFERENCIAL(MIN)	
Recepción de materia prima	50	3000
Almacenamiento de materia prima	20	1200
Pasteurización	40	2400
Coagulación	40	2400
Corte y batido	30	1800
Desuerado	20	1200
Llenado y moldeo	20	1200
Salado	20	1200
Almacenamiento	15	900
<b>TOTAL</b>	215	

SIMULADO PARA 250 QUESOS				
	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	% MEJORA
<b>TIEMPO (S)</b>	21600	12900	8700	67,442%
<b>TIEMPO (MIN)</b>	360	215	145	67,442%
<b>TIEMPO(H)</b>	6	3,58	2,42	67,442%

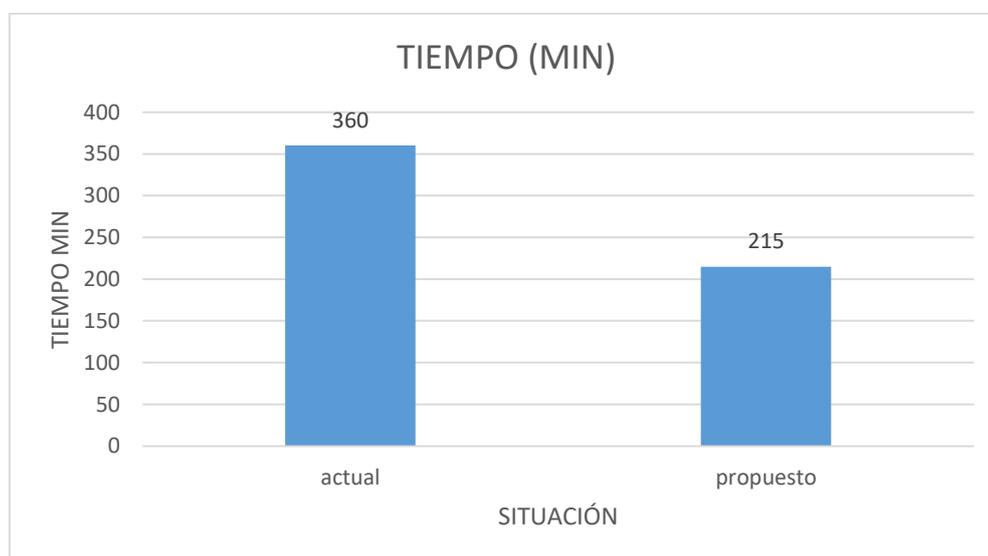


Figura 3.38: Tiempos de Producción Actual y propuesta de Automatización

Teniendo en cuenta la información obtenida en la simulación se puede analizar que al realizar la automatización del proceso de producción de queso fresco en la empresa Gavilánez su tiempo de ciclo del lote de 250 quesos disminuirá en 145 minutos en base al tiempo del proceso actual de producción de la empresa, cabe mencionar que en la propuesta automatizada está inmersa la

pasteurización que en la actualidad este proceso no existe en la empresa , de igual manera se puede observar un porcentaje de mejora del 67,42%.

Es por ello por lo que la empresa desea triplicar su producción diaria para que la automatización del proceso que se va a realizar sea eficiente, lo que quiere decir que su producción diaria va a hacer de 750 quesos diarios con el fin de extender el mercado y solventar los gastos que implica la automatización del proceso de producción.

Cabe mencionar que es por esta situación que se realiza la simulación de las alternativas planteadas con un lote de producción de 750 quesos para el análisis correspondiente.

### 3.2.3.2 Analizar las alternativas planteadas

#### Alternativa A

Se va a automatizar todo el proceso incluyendo el proceso de pasteurización que en la actualidad la empresa no cuenta, esta alternativa servirá para mejorar el proceso de producción en la empresa Gavilánez, es por ello que para comenzar se realizó un rediseño de planta, ya que es importante para ir suprimiendo problemas encontrados en la actualidad en el área de producción de la empresa Gavilánez, como es la mala ubicación de equipos y herramientas de cada proceso lo cual frena a los empleados a realizar sus actividades de manera ágil.

#### Layout – Rediseño de la Empresa Gavilánez

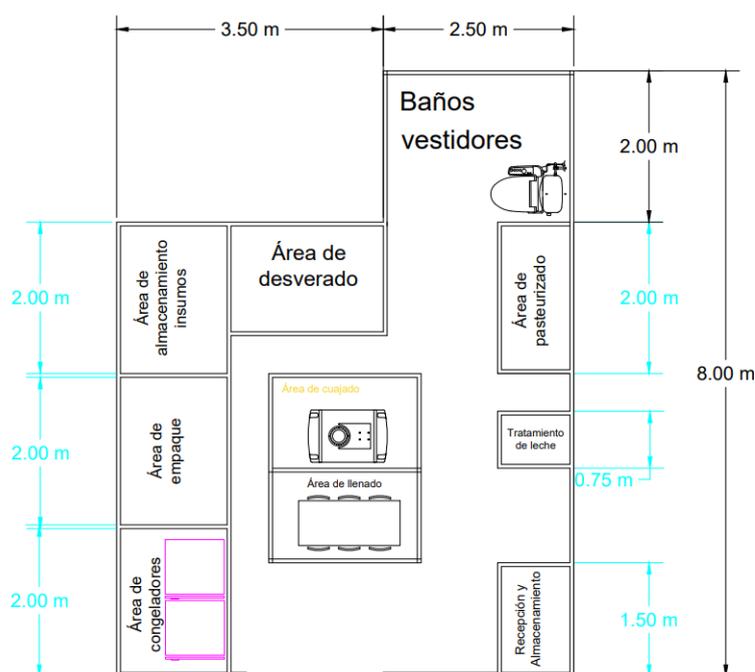


Figura 3.39: Layout – Rediseño de planta

A continuación se muestra la simulación de la Alternativa A mediante el software FlexSim en el cual se utiliza el rediseño de planta.

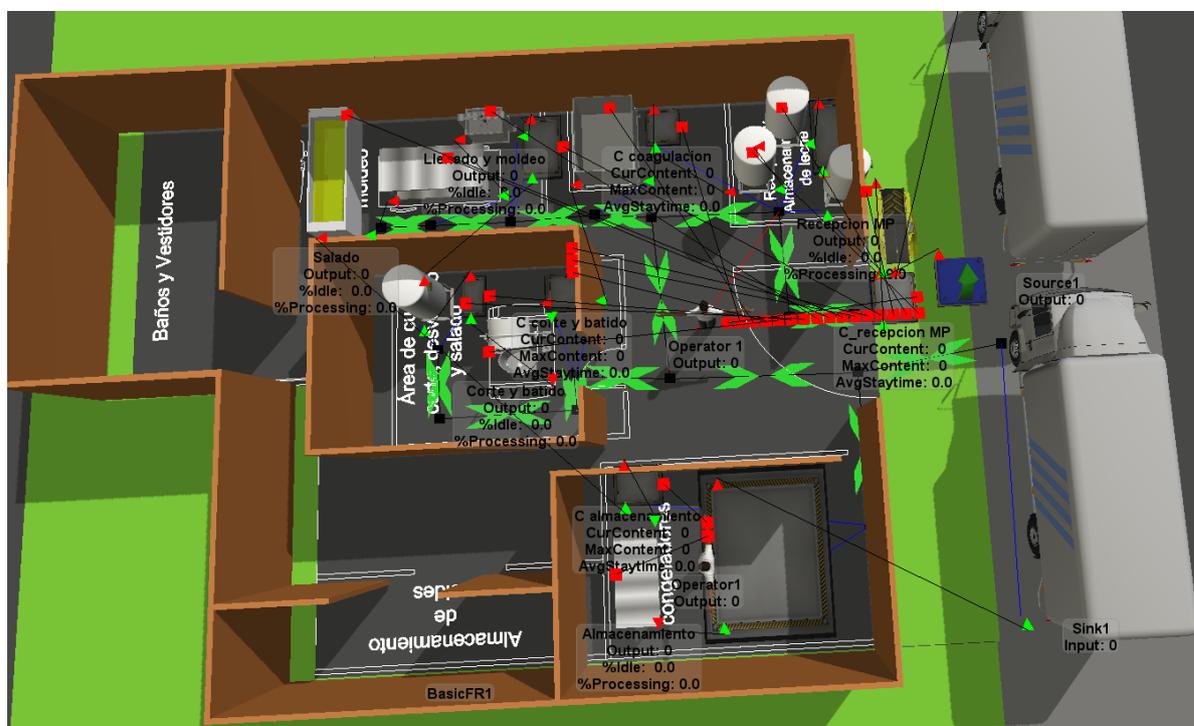


Figura 3.40: Proceso automatizado Empresa Gavilán

### Procesos por automatizar

- Recepción de materia prima
- Almacenamiento de materia prima
- Pasteurización
- Coagulación
- Llenado y Moldeo
- Salado
- Empaque

Cabe mencionar que la propuesta automatizada es de todos los procesos incluyendo el proceso de pasteurización que hoy en día no existe en la empresa tomando en cuenta la utilización de los dos empleados que operan en la empresa.

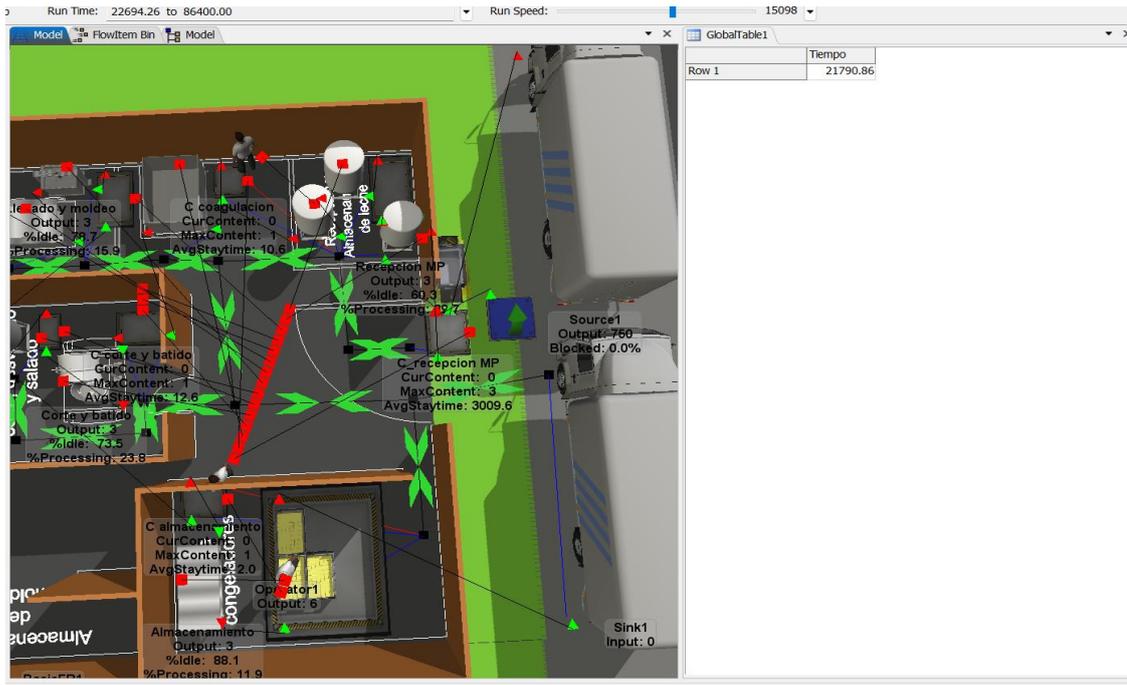


Figura 3.41: Simulación tiempo de ciclo Alternativa A

Por lo cual se realizó la simulación de la propuesta automatizada que se escogió y se utilizó un lote de 750 quesos lo cual nos dio un tiempo de ciclo de 363.18 minutos por los 750 quesos.



Figura 3.42: Análisis de eficiencia – Alternativa A

Mediante la barra de estado o State bar que nos presenta FlexSim al momento de simular se puede observar la eficiencia de cada uno de los procesos de producción mediante la alternativa A lo cual nos indica que mediante esta alternativa tenemos: La recepción de materia con una eficiencia del 39.66% , Almacenamiento de materia prima 15.86%, coagulación 31.73%, Corte y batido 23.79%,Desuerado-Llenado y moldeo-Salado 15.86%,Pateurización 31.73%, Viendo así que el cuello de botella del proceso con la alternativa A es el proceso de Recepción de materia prima.

Al analizar se pudo conocer que mientras que en el proceso actual realizaríamos el lote de 750 quesos en un tiempo de ciclo de 1285,88 minutos, en la alternativa A se podrá realizar en un tiempo de ciclo de 363.18 minutos por lo cual podemos observar una diferencia de 922,70 minutos lo cual representa un ahorro de tiempo de producción para la empresa.

Ya que el cuello de botella lo tenemos en el proceso de recepción de materia prima por lo cual con la automatización vamos a ayudar que el cuello de botella sea menos ya que va a estar programado para que los procesos sigan secuencialmente sin parar, siga entrando materia prima y realizando los procesos hasta completar el lote requerido que es los 750 quesos, viendo así una mejora con la alternativa de automatización del 71.76%.

Tabla 3.3: Porcentaje de mejora – Alternativa A

<b>ALTERNATIVA A</b>				
	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	<b>Diferencia</b>	<b>% Mejora A</b>
TIEMPO (S)	77152,52	21790,86	55361,66	71,76%
TIEMPO (MIN)	1285,88	363,18	922,69	71,76%
TIEMPO(H)	21,43	6,05	15,38	71,76%

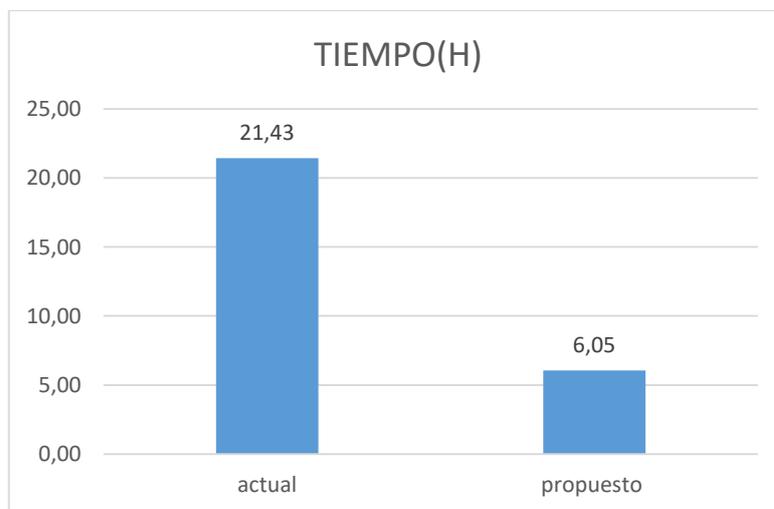


Figura 3.43: Gráfico de barra – Alternativa A

## Alternativa B

Se realizó en FlexSim la simulación de la propuesta automatizada de todos los procesos incluido el proceso de pasteurización que hoy en día no existe en la empresa. Siendo así que el operario en los procesos sea más ágil al tiempo normal de cada operario.

Tomando en cuenta el lote de producción de 750 quesos ya que es la producción que desea realizar la empresa en un futuro mediante la automatización ya que el rendimiento de uno de los operarios será más rápido por lo cual se obtuvo los siguientes resultados en beneficio del tiempo de ciclo y producción.

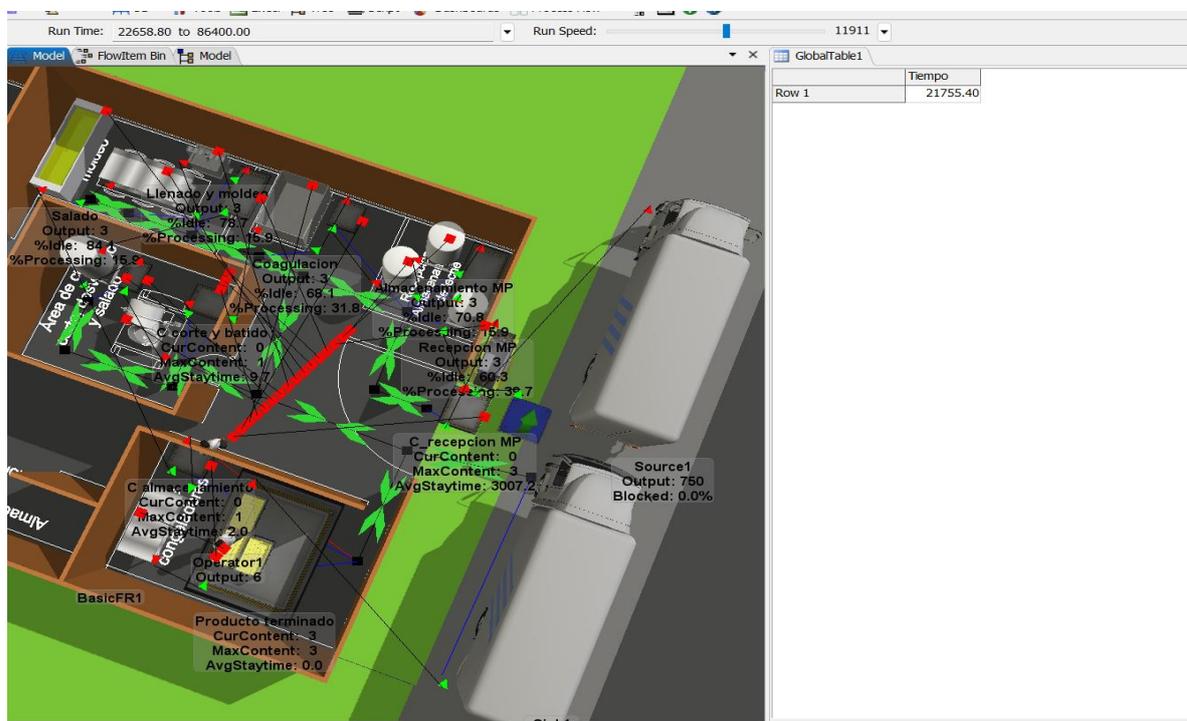


Figura 3.44: Simulación tiempo de ciclo Alternativa B

Luego de la simulación realizada se obtuvo como resultado que el tiempo de ciclo de producción de queso fresco va a hacer de 21755.40 segundos, por lo cual se convierte en minutos y saldría un resultado de 362.59 minutos con el lote de 750 quesos diarios siendo así el cuello de botella en este caso utilizando la alternativa B vendría hacer el proceso de coagulación tomando en cuenta que esta alternativa tiene como plus la agilidad de uno de los operarios.

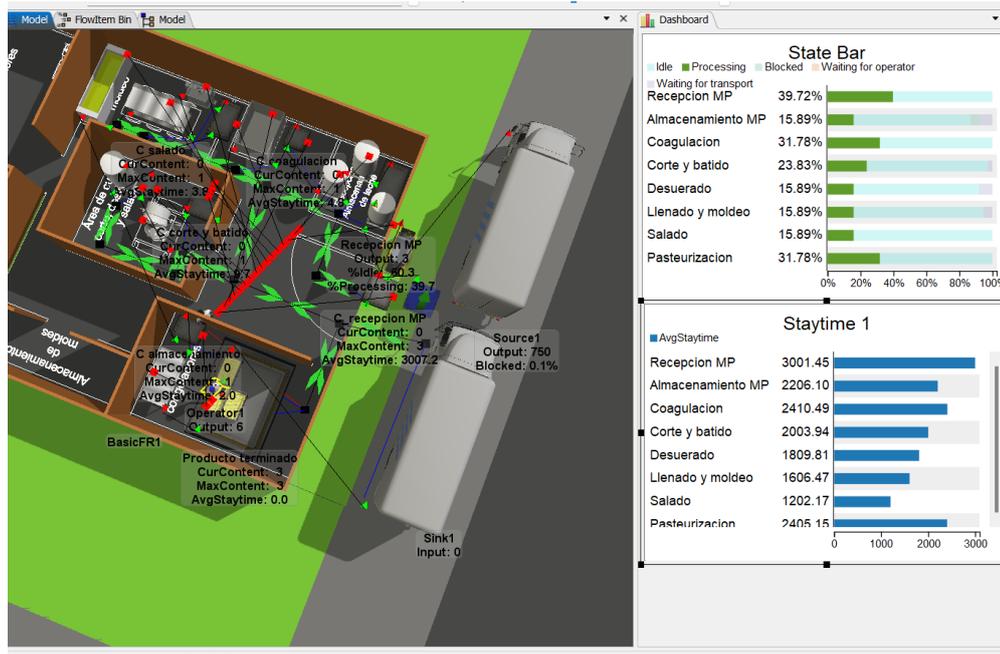


Figura 3.45: Análisis de eficiencia – Alternativa B

Mediante la barra de estado o State bar que nos presenta FlexSim al momento de simular se puede observar la eficiencia de cada uno de los procesos de producción mediante la alternativa B lo cual nos indica que mediante esta alternativa tenemos: La recepción de materia con una eficiencia del 39.72% , Almacenamiento de materia prima 15.89%, coagulación 31.78%, Corte y batido 23.83%,Desuerado-Llenado y moldeo-Salado 15.89%,Pateurización 31.78%, Viendo así que el cuello de botella del proceso con la alternativa B sigue siendo el proceso de Recepción de materia prima.

Al analizar se pudo conocer que mientras que en el proceso actual realizaríamos el lote de 750 quesos en un tiempo de ciclo de 1285,88 minutos, en la alternativa B se podrá realizar en un tiempo de ciclo de 362.59 minutos por lo cual podemos observar una diferencia de 923.29 minutos lo cual representa un ahorro de tiempo de producción para la empresa ya que el cuello de botella lo tenemos en el proceso de recepción de materia prima por lo cual con la automatización vamos ayudar que el cuello de botella sea menos ya que va a estar programado para que los procesos sigan secuencialmente sin parar, siga entrando materia prima y realizando los procesos hasta completar el lote requerido que es los 750 quesos , viendo así una mejora en el proceso de producción de queso fresco con la alternativa de automatización del 71.80%.

Tabla 3.4: Porcentaje de mejora – Alternativa B

ALTERNATIVA B				
	Actual	Propuesto	Diferencia	% Mejora B
TIEMPO (S)	77152,52	21755,40	55397,12	71,80%
TIEMPO (MIN)	1285,88	362,59	923,29	71,80%
TIEMPO(H)	21,43	6,04	15,39	71,80%

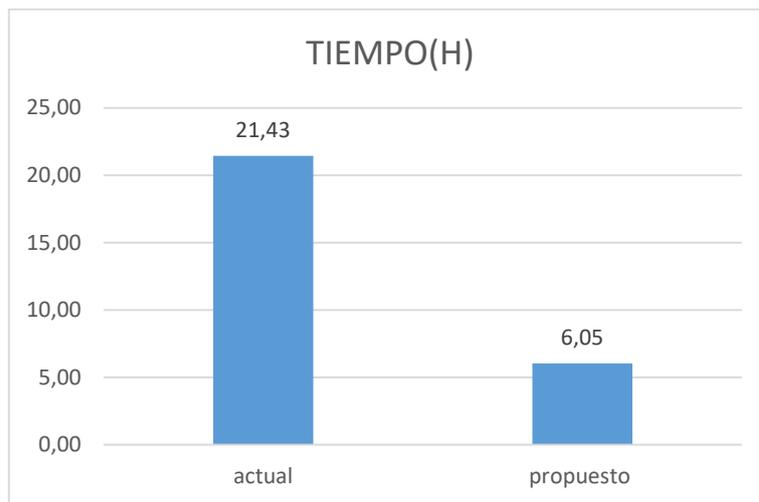


Figura 3.46: Gráfico de barras – Alternativa B

### Alternativa C

Se realizó en FlexSim la simulación de la propuesta automatizada de todos los procesos incluido el proceso de pasteurización que hoy en día no existe en la empresa, Siendo así que en el proceso de recepción de materia prima exista dos estaciones.



Figura 3.47: Simulación tiempo de ciclo Alternativa C

Teniendo así un resultado de tiempo de ciclo para un lote de 750 quesos de 19415.88 segundos por lo cual sería en minutos 323.59 minutos eliminando así el cuello de botella que en nuestro proceso es la recepción de materia prima como uno de los cuellos de botella más extenso.



Figura 3.48: Análisis de eficiencia – Alternativa C

Mediante la barra de estado o State bar que nos presenta FlexSim al momento de simular se puede observar la eficiencia de cada uno de los procesos de producción mediante la alternativa B lo cual nos indica que mediante esta alternativa tenemos: La recepción de materia con una eficiencia del 29.53% , Almacenamiento de materia prima 17.72%, coagulación 35.43%, Corte y batido 26.58%,Desuerado-Llenado y moldeo-Salado 17.72%,Pateurización 35.43%, Viendo así que el cuello de botella del proceso con la alternativa C es el proceso de coagulación, tomando en cuenta que en esta alternativa al proceso de recepción de materia prima aumento una estación más en el proceso.

Al analizar se pudo conocer que mientras que en el proceso actual realizaríamos el lote de 750 quesos en un tiempo de ciclo de 1285,88 minutos, en la alternativa C se podrá realizar en un tiempo de ciclo de 323.59 minutos por lo cual podemos observar una diferencia de 962.28 minutos lo cual representa un ahorro de tiempo de producción para la empresa ya que el cuello de botella lo tenemos en el proceso de recepción de materia prima por lo cual con la automatización vamos ayudar que el cuello de botella sea menos ya que va a estar programado para que los procesos sigan secuencialmente sin parar, siga entrando materia prima y realizando los procesos hasta completar el lote requerido que es los 750 quesos , viendo así una mejora con la alternativa de automatización del 74.83%.

Tabla 3.5: Porcentaje de mejora – Alternativa C

ALTERNATIVA C				
	Actual	Propuesto	Diferencia	% Mejora C
TIEMPO (S)	77152,52	19415,88	57736,64	74,83%
TIEMPO (MIN)	1285,88	323,60	962,28	74,83%
TIEMPO(H)	21,43	6,05	16,04	74,83%

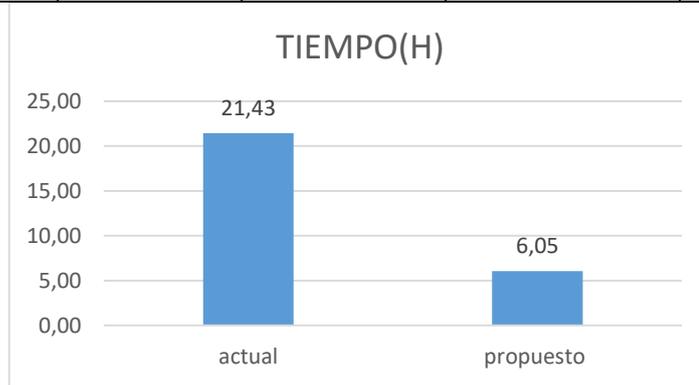


Figura 3.49: Gráfico de barras – Alternativa C

### Alternativa D

Cabe mencionar que la alternativa D se realiza con el rediseño de planta y la automatización de dos procesos el de pasteurización y coagulación mientras que los otros procesos serán mejorados poco a poco con mecanismos mecánicos por lo que se simuló en FlexSim y se tuvieron los siguientes resultados:

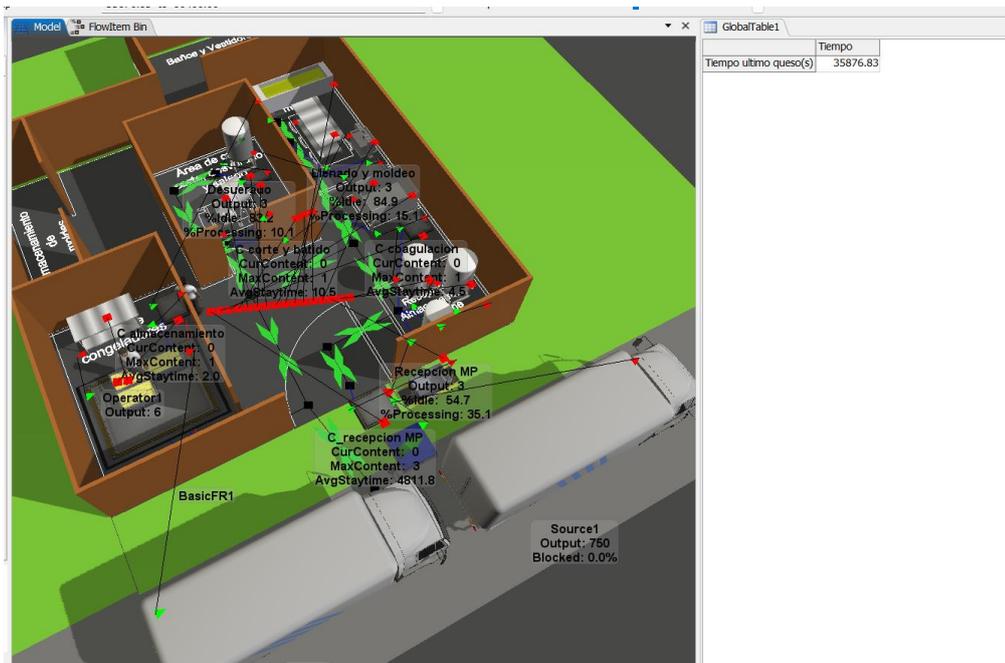


Figura 3.50: Simulación tiempo de ciclo Alternativa D

Lo cual se obtuvo un tiempo de ciclo de producción de 35876.83 segundo lo que nos dio un tiempo de 597.94 minutos de producción para un lote de 750 quesos siendo el cuello de botella el salado y la recepción de materia prima.

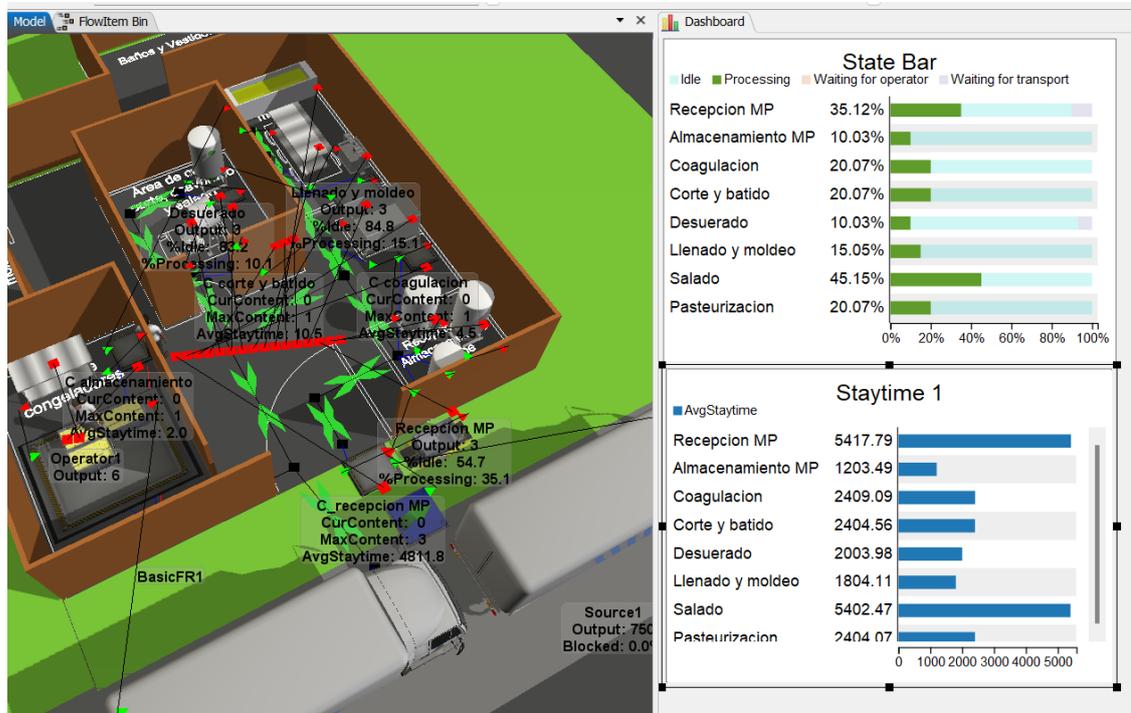


Figura 3.51: Análisis de eficiencia – Alternativa D

Mediante la barra de estado o State bar que nos presenta FlexSim al momento de simular se puede observar la eficiencia de cada uno de los procesos de producción mediante la alternativa D lo cual nos indica que mediante esta alternativa tenemos: La recepción de materia con una eficiencia del 35.12% , Almacenamiento de materia prima 10.03%, coagulación 20.07%, Corte y batido 20.07%,Desuerado 10.03%,Llenado y moldeo 15.05%,Salado 45.15%,Pateurización 20.07%, Viendo así que el cuello de botella del proceso con la alternativa D es el proceso de salado, cabe mencionar que en esta alternativa solo esta automatizado el proceso de pasteurización y coagulación.

Al analizar se pudo conocer que mientras que en el proceso actual realizaríamos el lote de 750 quesos en un tiempo de ciclo de 1285,88 minutos, en la alternativa D se podrá realizar en un tiempo de ciclo de 597.94 minutos por lo cual podemos observar una diferencia de 687.93 minutos lo cual representa un ahorro de tiempo de producción para la empresa ya que el cuello de botella lo tenemos en el proceso de recepción de materia prima por lo cual con la automatización vamos ayudar que el cuello de botella sea menos ya que va a estar programado para que los procesos sigan secuencialmente sin parar, siga entrando materia prima y realizando

los procesos hasta completar el lote requerido que es los 750 quesos , viendo así una mejora con la alternativa de automatización del 53.50%.

Tabla 3.6: Porcentaje de mejora – Alternativa D

ALTERNATIVA D				
	Actual	Propuesto	Diferencia	% Mejora D
TIEMPO (S)	77152,52	35876,83	41275,69	53,50%
TIEMPO (MIN)	1285,88	597,95	687,93	53,50%
TIEMPO(H)	21,43	9,97	11,47	53,50%

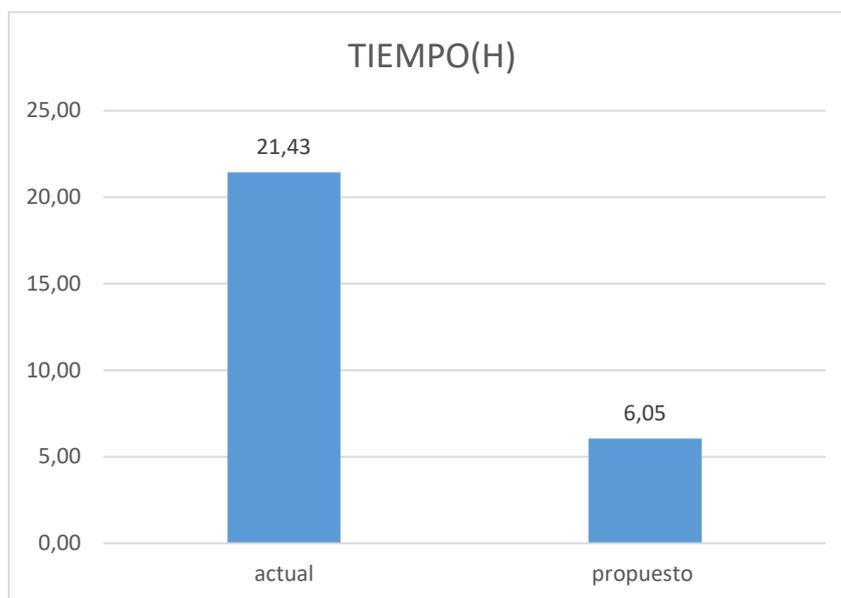


Figura 3.52: Gráfico de barras – Alternativa D

### 3.2.3.3 Análisis de la mejor alternativa

Es así como después de realizar el análisis de cada una de las alternativas planteadas y realizadas en el software FlexSim se pudo demostrar los siguientes datos que se muestran en la tabla 3.17.

Tabla 3.7: Análisis de las Alternativas

ALTERNATIVAS	TIEMPO DE CICLO ACTUAL	TIEMPO DE CICLO	DIFERENCIA	% DE MEJORA
A	1285.88	363.18	922.69	71.76%
B	1285.88	362.59	923.29	71.80%
C	1285.88	323.59	962.28	74.83%
D	1285.88	597.94	687.93	53.50%

En la alternativa A se muestra una disminución de tiempo de ciclo de 922.69 minutos en comparación del tiempo de ciclo actual de la empresa y con una mejora del proceso del 71.76%.

En la alternativa B se muestra una disminución de tiempo de ciclo de 923.29 minutos en comparación del tiempo de ciclo actual de la empresa y con una mejora del proceso del 71.80%. En la alternativa C se muestra una disminución de tiempo de ciclo de 962.28 minutos en comparación del tiempo de ciclo actual de la empresa y con una mejora del proceso del 74.83%. En la alternativa D se muestra una disminución de tiempo de ciclo de 687.93 minutos en comparación del tiempo de ciclo actual de la empresa y con una mejora del proceso del 53.50%. Por lo cual se a tomado en cuenta como mejor Alternativa, a la alternativa C ya que disminuye el tiempo de ciclo de 1285.88minutos que es actualmente a 323.59 minutos con la ayuda de la automatización de los procesos y la añadidura del proceso de pasteurización que como es de conocimiento no se realiza actualmente en la empresa, tomando en cuenta que se ayudara a disminuir el proceso donde existe cuello de botella que es el de recepción de materia prima mediante el aumento de otra estación del proceso en forma paralela.

## **4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- Finalizado el trabajo se conoció que cumple con la hipótesis que es la disminución del tiempo de ciclo de producción mediante la propuesta de automatización de los procesos de producción de queso fresco en la empresa Gavilánez ya que se proyecta a una disminución del tiempo de ciclo de 962.28 minutos en relación con el tiempo actual de producción en la empresa.
- Mediante la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada se determinó que la Empresa Gavilánez en la actualidad tiene un porcentaje de automatización nulo, por lo que su producción es artesanal y con un tiempo de ciclo elevado es por ello por lo que se buscó la mejor alternativa para la mejora continua de sus procesos y por ende la competitividad de la empresa.
- Una vez analizadas las alternativas y la situación actual de la empresa se decidieron por la alternativa C la cual es óptima para la mejora de los procesos y la disminución del tiempo de ciclo de producción de queso fresco en la empresa Gavilánez lo cual ayudaría al futuro de la empresa y a su competitividad.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar una tabla de costos de la automatización para que así la empresa tenga en cuenta cual es el presupuesto para implementar la propuesta de automatización que se da a conocer para la mejora continua de sus procesos y por ende la competitividad de la empresa.
- Realizar planos P&ID para un mejor detalle en el proceso de automatización en cada uno de los procesos de producción del queso fresco de la empresa Gavilánez.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ramos Soria Ricardo Bolivar and Perez Checa Anibal Roberto, “Automatización del proceso de elaboración de queso fresco semiblando entero de la empresa El Campesino,” pp. 1–2, Mar. 2018.
- [2] Carrillo Mauricio and Corrales Réne, “Automatización del proceso de producción de queso para la Micro Empresa ‘QUESERA SAN JOSÉ DE CHANCHALO,’” pp. 2–3, Jun. 2019.
- [3] Salazar Logroño Franklin and Crespo Vargas Ricardo, “Sistema automatizado para el proceso de pasteurización y cuajada de leche en la elaboración de queso fresco para el Consorcio de Lácteos Tungurahua.,” pp. 3–4, Oct. 2020.
- [4] Galindo Galindo Edy Santiago, “Diseño del Sistema Automatizado para las Etapas de Pasteurización e Hilado en el Proceso de Elaboración de Queso de la Empresa Del Altiplano Productos Lácteos del Municipio de Jenesano - Boyacá.,” p. 1, Oct. 2021.
- [5] O. García and I. Ochoa, “Derivados lácteos,” *Unidad 1 del bloque modular “Obtención higiénica de la leche” en la que describen generalidades de la leche, parte y funcionamiento de la ubre en una vaca lechera y factores que afectan la producción lechera.*, vol. 0, no. 0, p. 12, 2016.
- [6] J. I. Lucero and ESCUELA DE CIENCIAS UNIVERSIDAD BÁSICA, “DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE,” *LECHE Definición Legal y Dietética de la leche*, vol. 0, no. 0, p. 4, 2017.
- [7] E. Miceli and J. Lara, “Influencia del tratamiento térmico de la leche y la temperatura de acidificación sobre las características físicas y químicas y composición de la mozzarella preacidificada,” *Investigación Joven*, vol. 2, no. 0, pp. 2–3, 2015.
- [8] G. Flores, “Produccion de queso,” *PROCESO BÁSICO DE LA LECHE Y EL QUESO*, vol. 0, no. 0, pp. 2–15, 2019.
- [9] L. Agualongo and D. Aucatoma, “El suero de leche, subproducto de la industria de queso: Composición, recuperación de proteínas y aplicaciones,” *Journal of Agro-Industry Sciences*, vol. 4, no. 0, p. 2, 2022.
- [10] D. J. Zamoran Murillo, “Manual del procesamiento lacteo,” *Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea en las Micros y Pequeñas Empresas de los Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa*, vol. 0, no. 0, pp. 6–11, 2015.
- [11] INEN, “NORMA TECNICA ECUATORIANA,” <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1528.pdf>, vol. 0, no. 0, pp. 34–35, 2015.
- [12] Castro Salvador Pamela and Araque Arellano Miguel, “Gestión Ambiental en la empresa mediante la Norma ISO 14001-2015,” *Gestión Ambiental en la empresa mediante la Norma ISO 14001-2015*, Nov. 2018.

- [13] R. Crespo, “SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN Y CUAJADA DE LECHE EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO PARA EL CONSORCIO DE LÁCTEOS TUNGURAHUA,” *CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO*, vol. 0, no. 0, pp. 25–29, 2020.
- [14] A. L. Reyes Herrera, E. D. Vergara, and Universidad Tecnica de Bolivar, “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO,” *TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES.*, vol. 0, no. 0, pp. 12–17, 2016.
- [15] J. M. Garzon Benavides, M. Lopez Moran, and UNIVERSIDAD TÉCNOLOGICA PEREIRA, “ANÁLISIS DE UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA QUE PERMITA APROVECHAR LOS RESIDUOS GRASOS QUE GENERAN LOS PROCESOS DE PASTEURIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO DE LA LECHE EN LA EMPRESA FRIESLAND LACTEOS PURACE DE SAN JUAN DE PASTO,” *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL*, vol. 0, no. 0, pp. 3–5, 2016.
- [16] R. B. Ramos Soria and Universidad Politecnica Salesiana, “TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES.,” *TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES.*, 2018.
- [17] C. Ramirez Lopez, “Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad,” *Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla.*, vol. 0, no. 0, pp. 4–12, 2016.
- [18] J. Amiot, “FUNDAMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS,” *Principios para la elaboración de quesos*, vol. 0, no. 0, pp. 4–6, 2015.
- [19] J. A. Ortiz, *Gestion de la Productividad*. 2016.
- [20] J. Lopez and E. Alarcon, *Estudio de trabajo*. 2017.
- [21] F. A. Duran, “Ingenieria de métodos,” *Globalizacion: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias.*, vol. 0, no. 0, pp. 15–18, 2016.
- [22] F. A. Benavides, “Administración de Operaciones Capítulo I,” *Administración de la Producción*, vol. 0, no. 0, pp. 12–18, 2015.
- [23] E. Garcia Moreno, *Automatizacion de procesos industriales*. 2016.
- [24] J. Escaño Gonzales, *Integración de sistemas de automatización industrial*. 2019.
- [25] R. Navarro and UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS, “Ingenieria de control,” *Facultad de Ingeniería Ingeniería Mecánica*, vol. 0, no. 0, pp. 2–3, 2016.
- [26] L. Corona and G. Abarca, *Sensores y Actuadores*. 2016.

- [27] M. Pacheco Tejuelo, “Automatización de un proceso industrial mediante autómatas,” *Automatización de un proceso industrial mediante autómatas*, vol. 0, no. 0, pp. 25–27, 2016.
- [28] F. Muñoz and UNIVERSIDAD TECNICA DE BABHOYO, “AUTÓMATAS PROGRAMABLES Y SU INFLUENCIA EN LA EDUCACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DEL AREA DE ELECTRICIDAD, COLEGIO FISCAL SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL,,” *AUTÓMATAS PROGRAMABLES*, vol. 0, no. 0, p. 12, 2019.
- [29] P. Martinez and U. A. D. N. LEON, “PROGRAMACION DE PLC’S,” *Autómatas programables*, vol. 0, no. 0, p. 33, 2016.
- [30] Smekjal Quido, “Comparison of computer simulation of reactive distillation using aspen plus and hysys software,” *Comparison of computer simulation of reactive distillation using aspen plus and hysys software*, vol. 41, no. 5, 2018.
- [31] Irwan Soejanto and Intan Berlianty, “Simulasi Alur Pelayanan Rawat Jalan (Poliklinik) di Rumah Sakit Menggunakan Software ProModel,” *Simulasi Alur Pelayanan Rawat Jalan (Poliklinik) di Rumah Sakit Menggunakan Software ProModel*, vol. 13, no. 1, 2020.
- [32] Simon Marmolejo and Universidad de Mexico, “FlexSim problem solved,” *FlexSim problem solved*, Jul. 2018.
- [33] Gustavo Fabian, “INDUSTRIAL AUTOMATION & CONTROL THROUGH PLC AND LABVIEW,” *INDUSTRIAL AUTOMATION & CONTROL THROUGH PLC AND LABVIEW*, 2020.
- [34] Savistaka and Egorov, “Diagnosis and Optimization of Gold Ore Flotation Circuit via Linear Circuit Analysis and Mass Balance Simulation,” *Diagnosis and Optimization of Gold Ore Flotation Circuit via Linear Circuit Analysis and Mass Balance Simulation*, Apr. 2020.
- [35] Mayorga Piedra and Simon Marmolejo, “La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido. Científica,” pp. 39–49, 2018.
- [36] Dirección de Estudios del mercado, “Tema: ‘Informe sobre el Cumplimiento del Artículo 42, del Código del Trabajo del Ecuador,’” *Tema: “Informe sobre el Cumplimiento del Artículo 42, del Código del Trabajo del Ecuador,”* Jun. 2016.
- [37] HADA - herramienta de autodiagnostico digital avanzada, “INFORME DE AUTODIAGNÓSTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DIGITAL AÑO 2023 EMPRESA GAVILÁNEZ,” 2023.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN**

**ANEXO II. RECOLECCIÓN MATERIA PRIMA**



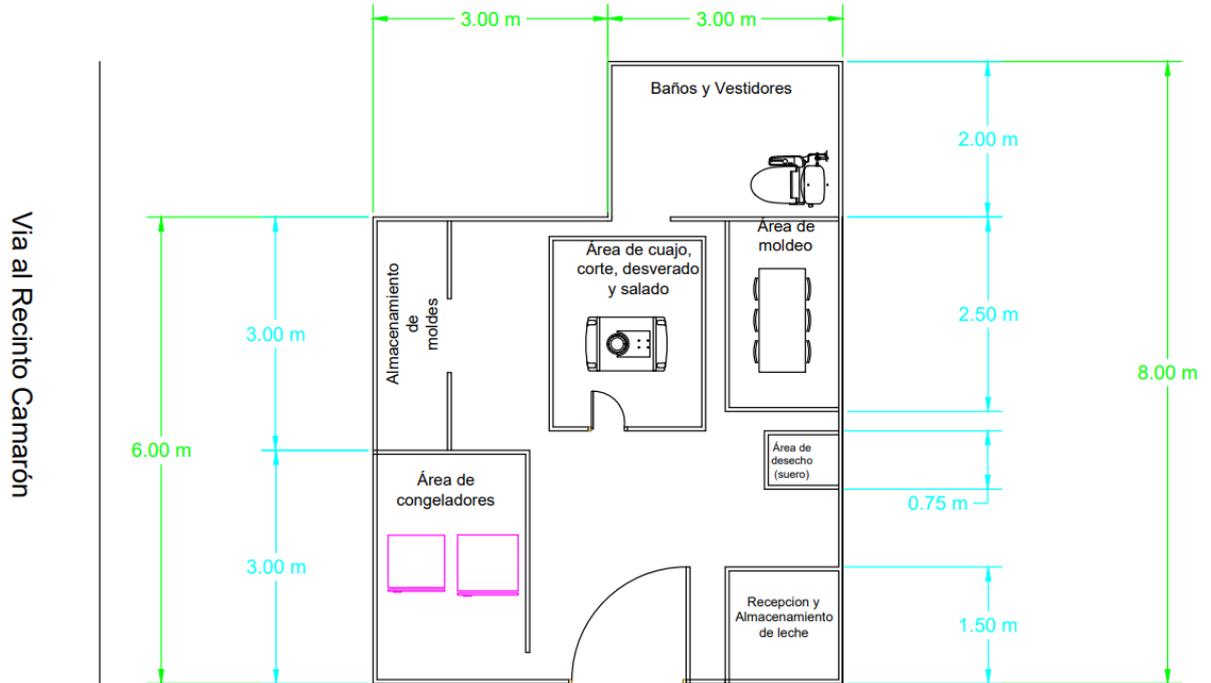
**ANEXO III. PROCESO DE LLENADO DE QUESO**



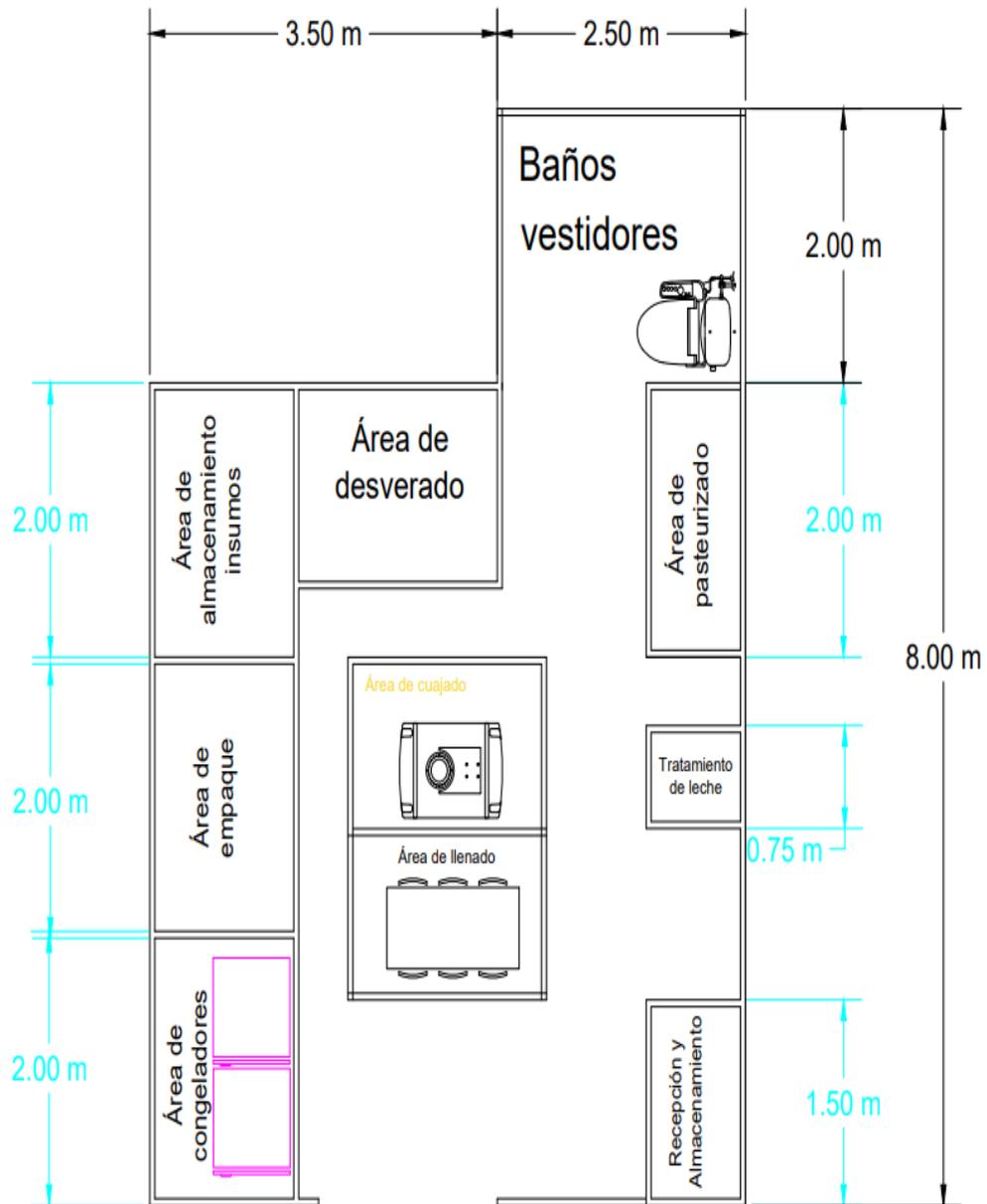
### ANEXO IV. PROCESO DE DESUERADO



### ANEXO V. LAYOUT ACTUAL DE LA PLANTA



**ANEXO VI. LAYOUT REDISEÑO DE PLANTA**



**ANEXO VII. HADA- HERRAMIENTA DE AUTODIAGNOSTICO DIGITAL  
AVANZADA-EMPRESA GAVILÁNEZ**